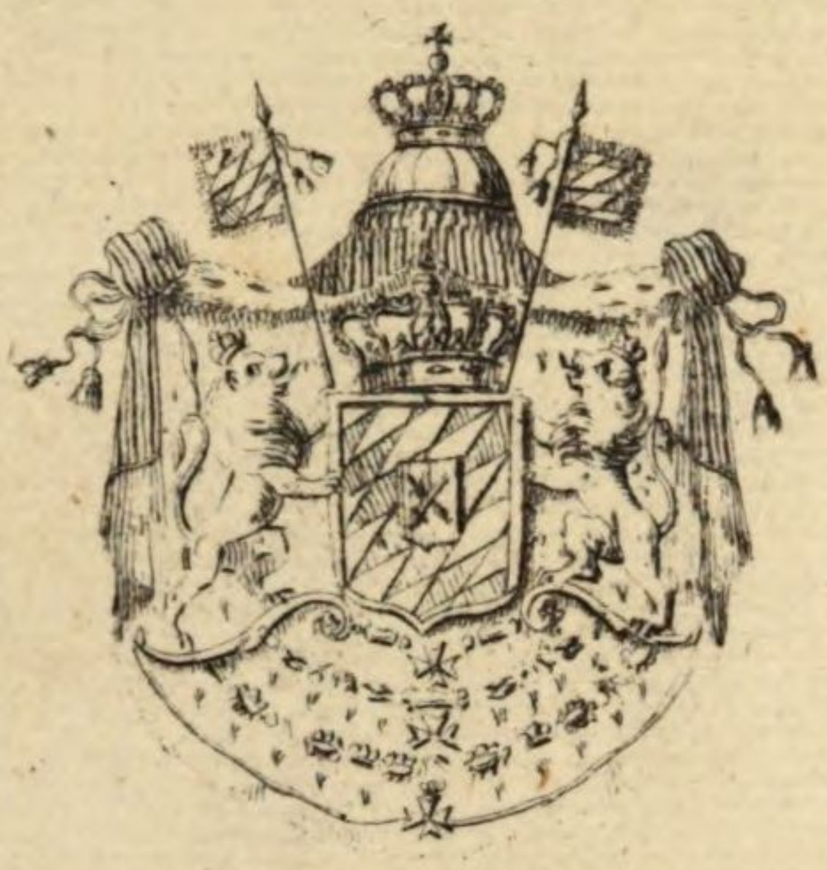
Anat. 389 o C. H. Schultz



BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

<36620128500011

<36620128500011

Bayer. Staatsbibliothek

E, 7

Das

System der Circulation,

in seiner Entwicklung

durch die

Thierreihe und im Menschen

und

mit Rücksicht auf die physiologischen Gesetze seiner krankhaften Abweichungen

dargestellt

von

Carl Heinrich Schultz,

Doctor der Medicin und Chirurgie und ordentlichem öffentl. Professor an der k. Friedrich Wilhelms Universität zu Berlin, Mitglied der k. k. Leop. Carol. Akad. der Naturforscher, der Akademie der Wissenschaften zu Bologna, der Akademie der Medicin zu Paris, der k. botanischen Gesellschaft zu Regensburg, der Hufeland'schen Gesellschaft zu Berlin, der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, der physikal. med. Gesellschaft zu Erlangen, der meckl. physik. Gesellschaft zu Rostock, der naturhistorischen Gesellschaft zu Marburg u. s. w.

Mit 7 illuminirten Tafeln.

Stuttgart und Tübingen,

in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1836.

Asphyxie durch Strangulation,

durch die

Thierwerke und im Allgemeinen

und

mit Rücksicht auf die physiologischen Gesetze seiner

Krankheiten. Abweichungen

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

von

Dr. C. H. Esmarch,

Herzoglich Nassauischem Leibarzte.

Mit 3 illuminirten Tafeln.

Stuttgart und Tübingen,

in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1844.

Vorrede.

Die von der königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris für das Jahr 1833 aufgegebene Preisfrage über die Lebenssaftgefäße und die Säftebewegungen in den Pflanzen erstreckte sich auch auf das Verhältniß der Circulation in den Thieren und deren Aehnlichkeit mit der Rotation und Cyclose des Saftes in den Pflanzen. Da wir die letztere früher schon als eine niedere Entwickelungsstufe der thierischen Circulation aufgefaßt, und die Verschiedenheiten dieser von den Stufen der einfachen rein peripherischen Circulation ohne Herz, wie sie sich auch in den Pflanzen (als Cyclose) findet, durch die mannichfaltigen Grade der Ausbildung des Herzens bis zu den zusammengesetzten Formen des centralen Circulationssystems bei den höhern Thieren zu entwickeln uns bemüht hatten, so lag die Absicht nahe in dem Memoire, welches wir der französischen Akademie zur Preisbewerbung einzusenden gedachten, und welches später den großen Preis von der Akademie erhielt, alles zusammenzufassen, was unsere Untersuchungen über die Entwickelungsstufen der Circulation im Pflanzen- und im Thierreiche gelehrt hatten, um zugleich ein anschauliches Bild von dem Wesen und der Bedeutung der Circulation

in beiden Reichen im Allgemeinen, so wie von den besondern Formen, in welchen sich dieselbe als Rotation und Cyclose in den Pflanzen, und als rein peripherische und centrale Circulation auf den verschiedenen Thierstufen darstellt, geben zu können. Auf diese Weise wurde die bereits im Jahr 1827 angekündigte Herausgabe des Systems der thierischen Circulation verschoben, um zuvörderst das Urtheil der französischen Akademie abzuwarten. Inzwischen war es bei dem bedeutenden Umfange, welchen der Reichthum der Erscheinungen unseren Untersuchungen des Systems der Cyclose in den Pflanzen gegeben hatte, schon unmöglich den ganzen Inhalt der Arbeiten über thierische Circulation dem französischen Memoire einzuverleiben, und wir können das günstige Urtheil, welches dessen ungeachtet die Akademie über das Ganze gefällt hat, nur der Nachsicht beimessen, welche die Herren Commissarien der Akademie in Betracht des ganz neuen Gebiets, auf dem sich die Untersuchung jener Erscheinungen im Pflanzenreiche befand, mit dem Memoire überhaupt gehabt haben. Daher halten wir es nunmehr bei der Kürze, in welcher die thierische Circulation in dem französischen Memoire nur hat behandelt werden können, für zweckmäßig, in einer besondern Schrift den ganzen Zusammenhang der Phänomene der thierischen Circulation für sich und nur mit angedeuteter Beziehung auf die Entwickelungsstufen bei den Pflanzen so darzustellen, wie unsere bisherigen Untersuchungen ihn ergaben. Durch die selbstständige Behandlung der thierischen Circulation erwächs't uns zugleich der Vortheil, die Bedeutung der hier entwickelten physiologischen Gesetze in besonderer Beziehung auf die medicinische Wissenschaft, und das Leben weiter verfolgen zu können, und

so unserm Gegenstand ein näheres praktisches Interesse für einen größern Kreis von ärztlichen Lesern abzugewinnen. Wir wünschen, daß uns diese Verbindung des Wahren mit dem Nützlichen gelungen seyn möge, und daß durch den Inhalt dieser Schrift sich nunmehr zugleich die Mißverständnisse aufklären, die von einigen Seiten über den hier behandelten Gegenstand bekannt geworden sind. Inzwischen erkennen wir dankbar die lebhafte Theilnahme, welche unsere vorläufigen Darstellungen des Lebensprocesses im Blute von mehreren Seiten, im Auslande besonders, erhalten haben, und welche namentlich die königl: holländische Societät der Wissenschaften zu Haarlem veranlaßt hat, meine frühern Beobachtungen zum Gegenstand einer Preisfrage zu machen. Ich kann nur wünschen, daß in dieser Schrift einige Vorarbeiten zur Lösung derjenigen wissenschaftlichen Fragen, welche die königl. holländische Societät aufgeklärt zu sehen wünschte, enthalten seyn möchten, und daß nunmehr der ganze sachliche Zusammenhang meiner Beobachtungen die darauf gegründete Theorie der Circulation und die wahre Stellung und Bedeutung meiner frühern einzelnen Arbeiten über diesen Gegenstand ins rechte Licht stellen möge. Wir sind hier dem Princip, die Natur in ihrem organischen Zusammenhang als ein systematisches Ganze zu erfassen, die innere göttliche Vernunft im Organismus zu begreifen, und alle empirische Kenntniß zu einer natürlich systematischen Theorie zu veredeln, treu geblieben, und haben die Hoffnung, daß die Ereignisse in der Wissenschaft von selbst zur allgemeinen Erkenntniß bringen werden, daß die überwiegende Neigung in der Naturforschung nur die sinnliche Wahrnehmung als Criterium der Wahrheit anzusehen, von

dem nothwendigen Gange der Wissenschaft unaufhaltsam überflügelt wird, und schon überflügelt ist, indem das praktische Leben eine durch geistiges Eingehen in die Verhältnisse der Erscheinungen erzeugte vernünftige Erkenntniß fordert, die durch keine Vereinigung empirischer Kräfte ersetzt oder umgangen werden kann.

Der Grundsatz, die Natur mit geistigen Augen anzuschauen und die sinnliche Beobachtung erst durch philosophische Verarbeitung zur Wahrheit zu stempeln, wird daher auch in dieser Arbeit darin kenntlich seyn, daß wir alle Erscheinungen auf ihren Begriff und ihre Gesetze zurückzuführen, oder vielmehr in ihrem eigenen ideellen und gesetzlichen Zusammenhange darzustellen bemüht gewesen sind. Freilich nicht in dem Sinne der Anwendung abstracter Vorstellungen und formeller Ideen auf den Organismus der Natur, sondern mit dem Bewußtseyn aus dem Gange der Natur und ihrer Untersuchung den eigenen Geist derselben und die im Organismus selbst wohnende substantielle Idee herauszulesen. So ist die organische Gliederung dieser Arbeit entstanden, welche als systematisches Ganze ein Abbild des Systems im Organismus selbst zu seyn strebt.

Hermsdorff, den 1 Februar 1836.

Dr. C. H. Schultz.

Inhalt.

Seite

Bedeutung und Gliederung des Circulationssystems . . 3

Erster Theil.

Vom Blute.

Lebendige Bestandtheile des Bluts. Plasma und Bläschen . . 7

Erster Abschnitt. Die Blutbläschen.

Gestalt, Größe der Bläschen 12, 13
Kern, Hülle 16, 17
Farbstoff in den Hüllen 21
Wirkung der Reagentien, Gasarten 25, 27
Menge im Blute verschiedener Thiere 28
Entwickelung in Embryonen 29
Entwickelung in der Thierreihe 35
Entwickelung bei der Verdauung 37
Unterschied von Milchkügelchen 49
Bedeutung der Bläschen 51

Zweiter Abschnitt. Das Plasma.

Im Allgemeinen 60
Fibrinegehalt des reinen Plasma 64
Bildung des Plasma 67
Erstarrung des Plasma 78
Aeußere Ursachen derselben 80

Seite

Innerer Proceß. Der Todesproceß des Bluts 90
Wärmebildung bei der Erstarrung 95
Die Entzündungshaut 97
Bildung von Kuchen und Serum 102
Bedeutung des Plasma 104
Blutdunst. Halitus s. aura sanguinis 105
Blutmenge im Körper 106

Dritter Abschnitt. Chemische Bestandtheile des Bluts.

Feste Theile überhaupt 109
Farbstoff des Bluts 110
Wirkung der galvanischen Säule auf denselben 116
Eigenschaften des im Wasser gelös'ten Farbstoffs 120
Eisengehalt des Farbstoffs 122
Farbstoffmenge 124
Faserstoff. Organisirter Bestandtheil des Bluts 125
Serum. Eiweiß und Fettgehalt 128. 130
Salze im Serum 132
Specifische Verschiedenheiten des Bluts
a. in den organischen Systemen 134
Arterien- und Venenblut 136
Das Pfortaderblut nach eigenen Untersuchungen 139
Aeußere Eigenschaften, Gerinnung desselben 140
Menge, Gehalt an Fibrine 143
Feste Theile überhaupt im Pfortaderblut 146
Feste Theile im Serum 148
Gehalt an Cruor 149
Fettgehalt überhaupt 152
Fettgehalt des Serums, Cruors 155
b. in den Lebenszuständen und Individuen 159

Zweiter Theil.

Vom Gefäßsystem.

1) Gefäßsystem der Pflanzen 163
2) Gefäßsystem der Thiere.
a. Peripherisches System 165

Seite

Plastische Gefäße 168
Wandungen der peripherischen Gefäße 172
Bewegungen derselben 178
Lebensturgor 181
Entzündung 185
Bildung im Embryo 187

b. Das centrale Gefäßsystem.

Entwickelung im Embryo 191
Gefäßsystem der Bauchwirbelthiere 204
Gefäßsystem der Rückenwirbelthiere 208
Verhältniß des Herzens zu den Gefäßen 214
Verhältniß der Arterien und Venen 217
Organisation des centralen Gefäßsystems 218
Reproduction 222
Bewegungen a. des Herzens 225
b. der Gefäße 239

Dritter Theil.

Die Circulation des Bluts in den Gefäßen.

Begriff im Allgemeinen 244
Theorie der Alten 246
Theorie der Reformationszeit. Harvey. 248
Theorie des Bichat 251
Begriff der centralen Circulation. Gegensatz von Peripherie und Centrum 253
1) Die peripherische Circulation
a. Vor der Herzbildung 256
b. Nach der Herzbildung 261
Relative Unabhängigkeit vom Herzen 268
Einfluß des Herzens 274
Gegensatz der peripherischen und centralen Circulation . . 281
Verhalten des Plasma und der Bläschen im peripherischen System 284
Peripherisches System in den Athmungsorganen 287
Ursaten der peripherischen Circulation 294
2) Die centrale Circulation. Begriff 299

Seite

1) Bewegung im Venensystem 304
Ursachen derselben 315
Blutbewegung in der Pfortader 320
2) Blutbewegung im arteriellen System 327
Der Puls 337
Verhältniß des Athmens zum Pulse 345
Die Blutcirculation im Fötus 349
Die centrale Blutbewegung in den Amphibien 354
Der Bildungs- und Erregungsproceß des Bluts 358
Transfusion 360
Infusion 367

Erklärung der Tafeln.

Tab. I.

Fig. 1. Blutbläschen und Lymphkörnchen aus frischem Salamanderblut im Serum betrachtet. a, Bläschen von der platten Seite, in denen man die Färbung blaß, die Kerne nicht überall in der Mitte, in verschiedener Richtung gelagert und von verschiedener Größe sieht. b, Aufgerissenes Bläschen mit ausgetretenem Kern. c, Bläschen vom Seitenrande gesehen, wo die Färbung stärker hervortritt. d, dem Blute beigemischte Lymphkörnchen von verschiedener Gestalt und Größe.

Fig. 2. Blutbläschen des Salamanders in Wasser aufgeschwollen und die von Farbstoff entleerten Hüllen zum Theil mit Jodine gefärbt. a, stufenweise Veränderungen beim Aufschwellen im Wasser, die Hüllen durch Jodine gefärbt. b, Ansehen im bloßen Wasser, die Kerne beweglich. c, Bläschenhülle, dicht um den Kern contrahirt. d, flottirendes Stück einer zerrissenen Bläschenhülle.

Fig. 3. Bläschen des Salamanderbluts mit kohlensaurem Gase geschüttelt, welche durch stellenweise Verdunklung der Farbe ein buntes Ansehen haben.

Fig. 4. Zusammengeschrumpfte Bläschen aus altem Blut.

Fig. 5. Durch Küchensalz zusammengeschrumpfte Bläschen, die zuvor im Wasser aufgeschwollen waren.

Fig. 6. Deßgleichen aus frischem Blute.

Fig. 7. Durchscheinende Fettkügelchen und ihre stufenweisen Uebergänge in gekörnte Lymphkügelchen aus dem frischen Chylus des Pferdes.

Fig. 8. Lymphkügelchen und eingeschrumpfte Blutbläschen aus einige Tage altem Chylus des Pferdes.

Fig. 9. Geronnenes Plasma aus der Lymphe des Pferdes. Man erkennt, daß es eine innere Gestaltung hat und durch und durch aus verbundenen Kügelchen besteht, wie sie ähnlich auch im Plasma des Bluts vorkommen, und dort von uns mit dem Namen der Urtheile des Blutes belegt sind. Diese Urtheile, welche im Leben die oscillatori-

sche Bewegung zeigen, sind wahrscheinlich von vielen Beobachtern mit den Blutbläschen verwechselt. Zwischen den Urtheilen der Lymphe sieht man die Fettkügelchen, die sich später in Lymphkügelchen metamorphosiren, eingeschlossen.

Fig. 10. Fettkügelchen und Lymphkügelchen mit Blutbläschen untermischt aus dem Chylus des Milchbrustganges beim Kaninchen, im Serum untersucht.

Fig. 11. Dasselbe im Wasser untersucht. Die Hüllen der Bläschen ziehen sich dichter um die Kerne zusammen.

Fig. 12. Fettkügelchen, die sich nach dem Uebergießen der Lymphkügelchen mit Aether durch Verdunstung des Aethers wiederherstellen.

Fig. 13. a, Blutbläschen aus dem Kaninchen, im Wasser aufgeschwollen, mit beweglichen Kernen. b, dieselben, nachdem die Hüllen sich zum Theil dicht um den Kern zusammengezogen.

Fig. 14. a, Blutbläschen des Ochsen, mit Kohlensäure geschüttelt, wo sie dunkle und dicke Farbenringe zeigen. b, dieselben aus Arterienblut mit dünnern hellern Farbenringen.

Tab. II.

Fig. 1. Blutbläschen in beginnender Bildung auf verschiedenen Stufen und von verschiedener Form aus dem 3 Tage bebrüteten Hühnchen.

Fig. 2. Dieselben im Wasser aufgeschwollen, mit beweglichen Kernen.

Fig. 3. Fettkügelchen aus der Milch.

Fig. 4—9. Entwickelungsstufen der Blutbläschen aus zusammengesetzten Dotterkügelchen in den Larven der Frösche. Fig. 4. a, kugelige Haufen von Dotterkügelchen, von einer eigenen Haut eingeschlossen, wie sie sich theils schon im Dotter selbst, theils noch innerhalb der Gefäße finden. b, ein solcher Haufen, der seitlich eine Luftblase eingeschlossen enthält. Fig. 5. a, die einzelnen Dotterkügelchen in dem Haufen verkleinern sich und schwinden theils durch Resorption, während die Luftblase im Innern einen größern Raum einnimmt, und die noch übrigen Dotterkügelchen an der innern Wand der Blase festsitzen. Man sieht dieß besonders an den ganz von Dotterkügelchen freien Stellen, durch welche man ins Innere der ganz hohlen Blase sieht. b, die freien Stellen, zur Seite der Blase gesehen. c, die ganze Hälfte der Blase ist frei und nur von einzelnen Reihen von Dotterkügelchen inwendig bekleidet. d, ein Haufen Dotterkügelchen hat sich mitten in der Blase festgesetzt. Fig. 6. Zeigt andere Formen und Ansichten derselben Entwickelungsstufe. Man

sieht die mit Dotterkügelchen bekleidete untere Wand der Blase durch die lichten Stellen der obern Wand durchschimmern. Diese Erscheinung sieht man außerordentlich schön und deutlich bei der rollenden Bewegung der Bläschen, allein sie ist schwer durch Zeichnung darzustellen. Fig. 7. Die Dotterkügelchen schwinden immer mehr, so daß der größte Theil der Blase licht wird, und nur noch an einzelnen Stellen wenige größere Dotterkügelchen zu sehen sind. Nun fängt die runde Form der Bläschen an, in eine eiförmige und längliche überzugehen. Fig. 8. Die Dotterkügelchen schwinden bis auf 3, 2, 1, welche sich zum Theil schon in der Mitte der Bläschen lagern, welche immer mehr die elliptische Form annehmen; aber noch nicht platt sind, auch noch keinen Farbstoff enthalten. Fig. 9. Stellt die verschiedenen Metamorphosen und Uebergänge dar, durch welche die Bläschen platt werden. Die noch übrigen Dotterkügelchen stellen nur die Kerne dar, daher sieht man in einigen Bläschen noch 2 Kerne oder gar mehrere. Jetzt fängt die Bläschenhülle an sich zu färben, der Farbstoff lagert sich zuerst strahlenförmig von dem Kern gegen die Peripherie, oder umgekehrt. In a und f erkennt man die Analogie mit ausgebildeten Blutbläschen am deutlichsten.

Fig. 10. Blutbläschen der Auster. Sie wiederholen die Bildungsstufe (Fig. 6. 7.) bei Fröschembryonen, sind daher auf der Innenwand mit körniger Substanz bekleidet, aus welcher sich aber, wie bei allen Bauchwirbelthieren, keine wahren Kerne bilden.

Fig. 11. Bläschen aus dem Regenwurm.

Fig. 12. und 13. Aus Paludina vivipara, muß man unter denselben Gesichtspunkten betrachten.

Tab. III.

Fig. 1. Embryo der Plötze (Cyprinus erythrophthalmus) aus einem fünftägigen Ei. Der Körper, an dessen Schwanztheil man die Wirbel, wie am Kopftheil die Augen (k) und das Ohr (l), unterscheidet, ist um den Dotter, der durch die Bauchwand schimmert, gekrümmt. Man sieht auf der Dotterhaut die ersten Anfänge der Gefäßbildung als netzförmige Canäle, die sich zwischen die Dotterkügelchen durchziehen und von oben (b) und unten (a) ihre Richtung nach der künftigen Lebergegend (c) nehmen und dort verbinden.

Fig. 2. Zeigt die erste Stufe der Herzbildung in demselben, einige Tage ältern Embryo, ebenfalls noch aus dem Ei. Die Gefäßnetze von der untern Seite (a, 1) und von der Lebergegend (b, 1) vereinigen sich nach vorn in einen erweiterten Schlauch (d), der sich zwischen dem

Dotter und dem Kopf nach den Rückenwirbeln hinaufzieht und sich wellenförmig zu bewegen anfängt, daher Andeutungen von Einschnürungen zeigt. Hier geht die Spitze des Schlauchs nach einer einfachen Biegung in ein einfaches Gefäß über, das unter der Wirbelsäule gegen die Schwanzspitze verläuft (f), und dort in ein sich in die Länge ziehendes Gefäßnetz (g) umkehrt, welches in das Leber- und Dottergefäßnetz übergeht, und von hier aus das Blut wieder ins Herz sendet. Das Blut enthält nur wenige einzelne Dotterkügelchen, besteht daher fast nur noch aus reinem Plasma, und sieht ganz farblos aus.

Fig. 3. Eine etwas weitere Entwickelungsstufe des Embryo vom Barsch (Perca fluviatilis). Der Dotter besteht hier nicht aus einzelnen Kügelchen, wie bei der Plötze, sondern bildet einen großen fast gleichförmigen Oeltropfen, in dem sich aber ebenfalls einzelne kleine Dotterkügelchen (n) bilden. An der vordern Seite des Dotters sieht man von Anfang an die große Schwimmblase (m), welche sich bei der Plötze erst später bildet. Das Gefäßnetz an der Bauchseite (a) und Rückenseite (b) des Dotters und auf der Leber (c) sieht man auch hier; das Herz (d) zeigt aber auf jeder Seite zwei Schenkel, deren einer von unten a, 1, der andere von oben b, 1 um die Schwimmblase herum Blut zuführen. Es ist gekrümmt, aber die Spitze verläuft ebenso, wie bei der Plötze, in ein ursprünglich einfaches Gefäß (f), das unter der Wirbelsäule entlang geht, und sich gegen die Schwanzspitze in ein rückführendes Gefäß umbiegt (g). Bei e zeigen sich hier aber schon Spuren von Kiemengefäßen, und das rückführende Gefäßnetz ist schon zu einem einfachen Stamm verschmolzen.

Fig. 4. Entwickelung der Blutbläschen im Embryo der Plötze. a, Dotterkügelchen. b, Rudimente der Bläschenhaut, die sich um die Dotterkügelchen zuerst an einem, dann an zwei Enden erweitert. c, das Bläschen dehnt sich auch an den Seiten um das Dotterkügelchen aus, welches zum Kern wird, während die Bläschenhülle sich färbt. d, Blutbläschen, deren Kerne im Wasser beweglich geworden sind.

Tab. IV.

Zeigt die weitere Entwickelung des Gefäßsystems von Cyprinus erythrophthalmus, dessen früheste Bildungsstufe Tab. III. Fig. 1 u. 2 darstellt. Die nähere Erklärung findet sich §. 96, S. 194, wo man jedoch Zeile 6 statt Fig. 1, 2, 3, c lesen muß Fig. 1, 2, 3, e.

Fig. 1. Embryo, der im Begriff ist, aus dem Ei zu schlüpfen, aber noch durch künstliche Zerreißung der Eihäute befreit worden ist. Mit der Theilung des Herzens, d, in Kammer und Aortenzwiebel beginnt die Kiemenbildung (e) durch einfache Spaltung des zuführenden Gefäßes, während das peripherische Dottergefäßnetz (a) allmählich schwindet. Das zuführende Schwanzgefäß, g, kehrt unmittelbar in das rückführende, f, um, wie auch das rückführende Kopfgefäß, g, 1, noch unmittelbare Fortsetzung der Kiemengefäße ist. c, Lebergefäßnetz. i, Auge. k, Ohr.

Fig. 2. Die Kiemenbildung entwickelt sich nach dem Ausschlüpfen des Embryo durch wiederholte Spaltung der Kiemengefäße zu einem peripherischen Netze weiter, und es bildet sich gegenüber dem peripherischen Kiemengefäßnetze zugleich ein neues peripherisches Körpergefäßnetz, indem das zuführende Gefäß, f, sich in der ganzen Länge des Körpers in feine peripherische Gefäßbögen fortsetzt, durch welche der Uebergang in das rückführende Gefäß, g, vermittelt wird. Jetzt erst erhält ersteres Gefäß die Bedeutung der Arterie, letzteres die der Vene. Doch dauert der Uebergang der Arterienspitze in die Vene in Form einer Schlinge, die sich später in dem peripherischen Netz verliert, noch einige Zeit fort. Die Ueberreste des Dotternetzes sind verschwunden, die Hohlvene, a, 1, zeigt aber noch eine Spaltung als Ueberbleibsel des ursprünglichen Netzes, wogegen das Lebergefäßnetz (c) sich mehr entwickelt. i, Auge. k, Ohr.

Fig. 3. Das Herz in Kammer, Vorkammer und Aortenzwiebel getheilt, die Kiemengefäße und das peripherische Körpergefäßnetz mehr entwickelt, so daß der Gegensatz zwischen Peripherie und Centrum im Gefäßsystem zugleich mit dem Gegensatz von Arterien- und Venenblut bestimmt hervortritt.

Tab. V. und Tab. VI.

stellen die ursprüngliche Bildung des Gefäßsystems in der Area pellucida und A. vasculosa des bebrüteten Hühnchens dar, und insbesondere die Entstehung des Herzens aus dem am Kopfende eingeschlagenen Theile des Sinus terminalis. Man findet die nähere Erklärung von Tab. V. Fig. 1 und 2. S. 195. §. 97, und von Tab. VI. Fig. 1 und 2. S. 198. §. 99. Doch sind hier zwei Druckfehler in den Buchstabenbezeichnungen, die man zu verbessern bittet, nämlich S. 195 letzte Zeile: (a, c) statt c, c, und S. 197, Z. 12: (Fig. 2, a) statt Fig. 2, c.

Tab. VII.

stellt das peripherische Gefäßnetz aus der Schwimmhaut des Frosches dar. g, Arterie, die sich in das peripherische Netz ergießt. f, Vene, die daraus entspringt. Man erkennt an den meisten peripherischen Gefäßen die eigenen Wandungen deutlich. a, plastische Gefäße (§. 82). b, c, eine Gefäßmasche von bläschenführenden Gefäßen (§. 139). d, Lymphkügelchen, die am Rande des Stroms zwischen den Bläschen im Plasma fortströmen. Das Venenblut zeigt verhältnißmäßig mehr Bläschen. Die weitere Erklärung sehe man S. 169, 174, 264.

Das

System der Circulation.

In seiner Entwicklung

durch die

Thierreihe und im Menschen

und

mit Rücksicht auf die physiologischen Gesetze seiner krankhaften Abweichungen.

System der Circulation.

Bedeutung und Gliederung des Circulationssystems.

Wenn man die Circulation im Zusammenhange mit dem ganzen Organismus betrachtet, so erscheint sie als der Mittelpunkt des bildenden Lebens im Körper. Sie vereinigt einerseits in sich die Producte des Assimilations- und Respirationsprocesses, und theilt andererseits an alle Theile den bildenden und ernährenden Stoff aus, welcher das Leben unterhält, so daß sich der Zeugungsproceß des Körpers immerfort aus diesem System wiederholt. Man kann es als den höchsten Zweck des Circulationssystems ansehen, daß in ihm die Einheit der Hauptfuncrionen des vegetativen Lebens: des Assimilations- und des Bildungsprocesses sich darstellt. Da in diesem Zwecke des Circulationssystems seine wahre physiologische Bedeutung liegt, so muß es unser Hauptaugenmerk seyn, diesen bei der Zergliederung desselben festzuhalten, und ihn wohl von den Mitteln zu unterscheiden, wodurch die Natur jene Zwecke erreicht. Zu diesen Mitteln gehört insbesondere der Mechanismus der Circulation, welcher nach Harvey (Exercit. anat. de motu cordis et sanguinis L. B. 1639) als das Wesen des ganzen Circulationsprocesses betrachtet worden ist. Harvey ging bei seinen Erklärungen von dem fertigen Bau des entwickelten Herzens, wie er in jener Zeit durch Vesalius und Fallopius näher untersucht war, aus, fand in diesem die wesentlichen mechanischen Bedingungen der Blutbewegung und glaubte nun alle lebendigen Wirkungen des Circulationssystems aus diesem Mechanismus erklären zu können. Indessen verhält sich diese Lehre zum Lebensprocesse des Circulationssystems wie alle andern anatomischen Erklärungen zum Lebensproceß überhaupt.

Denn gerade dasjenige, was man hierbei voraussetzte, nämlich der fertige anatomische Bau des Herzens ist es, dessen Entstehung selbst durch den Lebensproceß vorher begriffen werden muß. Während die Blutbewegung schon da ist, bildet sich das Herz mit allen jenen anatomischen Bedingungen, seinen Abtheilungen, Klappen u. s. w. durch die bildende Kraft des Bluts erst aus, und die Bedingungen jenes Mechanismus sind selbst erst Erzeugnisse und Wirkungen des Blutlebens. Es ist also unmöglich, daß der anatomische Bau des Herzens, der durch die Wirkung des Lebensprocesses im Blut erst entsteht, selbst die erste Ursache dieses Lebensprocesses seyn kann. In der That, man kann aus dem fertigen Bau des Herzens allein ebenso wenig die Natur des Circulationsprocesses, als aus dem Bau des Magens die Verdauung, oder aus dem Bau der Lungen das Wesen der Respiration begreifen, weil vielmehr der Bau der Organe selbst erst aus der Natur ihres Lebensprocesses hervorgeht und sich diesem gemäß entwickelt. Der Mechanismus der Circulation, wie er durch den anatomischen Bau des Herzens, der sich ebenso erst diesem Mechanismus entsprechend entwickelt, bedingt erscheint, ist wirklich nichts als ein Mittel, wodurch der Circulationsproceß seine wahren Zwecke, in den verschiedenen Entwicklungsstufen und Thierclassen auf verschiedene Art, hervorbringt, und nur in diesem Betracht hat er seine Bedeutung, nicht als Urquell und Wesen des Circulationsprocesses selbst. Man kann die Fortschritte, welche die Wissenschaft durch die nähere Erkenntniß jenes Mechanismus gemacht hat, vollkommen anerkennen, ohne sich darum verleiten zu lassen, in ihm den Quell der ganzen Circulation und des Bildungsprocesses zu suchen, eben weil der Mechanismus selbst in der Lebensaction des Systems seinen Grund hat.

Eine tiefere Einsicht in das Wesen des Circulationsprocesses, als Mittelpunkt des bildenden Lebens, macht die Unterscheidung der

innern Gliederung des Systems und wiederum die Erkenntniß der Einheit und des organischen Zusammenhanges seiner Glieder nothwendig; denn durch die gegenseitigen Verhältnisse derselben und ihre lebendige Wechselwirkung kommt vorzüglich die Lebensthätigkeit des Systems zu Stande. Die Ursache der Lebenskraft des Circulationssystems liegt nicht in einem äußerlichen Mechanismus, sondern in der lebendigen gegenseitigen Einwirkung derjenigen Theile auf einander, welche ursprünglich aus dem einfachen Keim des Systems sich auseinander, zum Zwecke des Ganzen, entwickelt haben. Es ist nur die lebendige Vereinigung aller dieser inneren Glieder zu dem Zwecke des ganzen Systems, worin das Geheimniß der Lebensthätigkeit desselben zu suchen ist, und nicht die mechanische Wirkung eines Theiles für sich, welcher den Urquell der Thätigkeit aller enthalten sollte, wie es Harvey vom Herzen annahm. In jenen inneren Verhältnissen der physiologischen Gliederung des Circulationssystems haben wir zugleich die Entstehung der verschiedenen Form des Mechanismus der Blutbewegung in den verschiedenen Entwickelungsperioden und Thierstufen, ebenso wie den Grund der übrigen Lebenskräfte des Systems zu suchen, von denen die mechanischen und ebenso auch die chemischen Verhältnisse bloße Wirkungen sind. An die Stelle der lebendigen Eigenschaften des Bluts ist in neuerer Zeit zum Theil die chemische Analyse desselben getreten, und der Hauptinhalt der Lehre von der Circulation ist so auf den Mechanismus der Bewegung und auf die chemische Analyse des Bluts reducirt. So sehr wir den Werth der chemischen Arbeiten über das Blut anerkennen, so wenig dürfen wir dabei übersehen, daß in sofern die chemische Stoffbildung im Organismus nur als Wirkung der Lebensactionen entsteht, auch die chemischen Analysen des Bluts uns nur die Mittel geben, die organischen Producte zu erkennen, nicht aber das Wesen des Lebensprocesses selbst einzusehen, der das reine Gegentheil des Chemismus ist. Ueberall haben die

chemischen Zergliederungen höchstens einen, die Kenntniß der Lebensactionen vermittelnden Werth, und dürfen nicht an die Stelle des physiologischen Processes selbst gesetzt werden.

Wir müssen also die Idee einer organischen Zergliederung des Circulationssystems festhalten, wobei die mechanischen und chemischen Verhältnisse bloße Wirkungen und Mittel zum Zwecke des Ganzen sind. Auf diese Weise betrachten wir zuerst die Theile des Systems: 1) das Blut; 2) das Gefäßsystem, jedes für sich, und dann 3) die Circulation oder Blutbewegung als Wirkung der lebendigen Verhältnisse des Bluts und des Gefäßsystems untereinander.

Erster Theil.

Vom Blute.

Lebendige Bestandtheile des Bluts.

§. 1.

Das lebende Blut, so wie es im Körper fließt, ist überall eine gleichförmige, an sich farblose Flüssigkeit, in welcher zerstreute Bläschen schwimmen, deren Hüllen bei vielen niedern Thieren und im Embryonenzustande der höhern ebenfalls farblos erscheinen, hingegen im ausgebildeten Zustande der höhern Thiere sich meistens roth färben, so daß die rothe Farbe des Bluts der höhern Thiere und des Menschen nur von diesen farbigen Hüllen der Bläschen herrührt, und keineswegs, wie es beim ersten Anblicke scheint, gleichmäßig in der ganzen Blutmasse vertheilt ist. Es scheint von besonderer Wichtigkeit sich vor allen Dingen zu überzeugen, daß außer diesen Theilen, der gleichförmigen Blutflüssigkeit und den Blutbläschen, im lebenden Blute weiter keine gesonderten Bestandtheile vorkommen, und insbesondere, daß Serum und Fibrine sich erst nach dem Absterben als chemische Producte bilden; denn in einer Verwechslung dieser mit den lebendigen Theilen des Bluts ist der Quell der meisten Widersprüche und Irrthümer in Betreff des Blutlebens zu suchen. Wir wollen die farblose Blutflüssigkeit, welche den wesentlichen, mit innerer Lebenserregung begabten und bildenden Theil des Bluts ausmacht, mit dem Namen: Plasma bezeichnen. Aus diesem Theile bildet sich durch Ausschwitzung die sogenannte plastische Lymphe in Wunden und entzündeten Organen, und durch die Gerinnung scheiden sich daraus Serum und Fibrine als chemische Theile ab. Die plastische Lymphe sowohl, als auch die Fibrine oder der Faserstoff, sind also erst Erzeugnisse aus dem

Plasma und von diesem selbst durchaus verschieden, insofern das Plasma die plastische Lymphe (den Faserstoff) und das Serum noch in lebendiger Vereinigung und Auflösung in sich enthält, und beide nur unter gewissen Bedingungen aus sich abscheidet. Der rothe Farbestoff des Bluts, Cruor, der ältern Aerzte, insofern er in den Hüllen der Blutbläschen der höhern Thiere und des Menschen sitzt, kann erst als chemischer Bestandtheil abgeschieden werden, und es scheint daher nicht zweckmäßig mit den ältern Physiologen und mit Haller (Elementa physiologiae c. h. T. II. p. 38) die Masse der Blutbläschen selbst mit dem Namen Cruor zu belegen, wenigstens nicht im Allgemeinen, da nicht alle Thiere rothe Bläschen haben, und auch da, wo die Bläschen gefärbt sind, die Farbe nur eine Eigenschaft der Blasenhüllen ist und nicht die ganze Substanz der Bläschen ausmacht, wie sich weiter ergeben wird. Wir haben also nur zwei Theile im lebenden Blute: 1) das Plasma, 2) die Bläschen.

Absonderung des Plasma von den Bläschen.

§. 2.

Die Absonderung des Plasma von den Bläschen war eine den ältern Aerzten aus den Phänomenen der Entstehung der sogenannten Entzündungshaut ganz allgemein bekannte Thatsache. Schon Petit beschreibt das Senken der Bläschen, wobei oben eine weiße Flüssigkeit stehen bleibe (Hist. de l'Acad. des scienc. 1733 p. 31). Auch Senac (Traité de la structure du cœur T. II. Ch. 8. VI. De la matière blanche qui se coagule d'elle-même) stellt diese Phänomene ganz naturgetreu so dar, daß in dem ausgeflossenen entzündlichen Blute der Cruor sich zu Boden senke und obenauf eine weiße Flüssigkeit stehen bleibe, welche sich abgießen lasse, alsdann von selbst gerinne und sich in Serum und Fibrine scheide, und die also das wahre Plasma darstellt. Indessen hätte es zweifelhaft bleiben können, ob im gesunden Blute die Sache sich eben so wie im entzündlichen verhalte, wenn nicht das Blut der gesunden Schwangeren ganz dieselben Erscheinungen darböte, was besonders Hewson erkannte (Disquisitio experimentalis de sanguinis natura. L. B. 1785, p. 47, 73, 30 etc.). Nun aber zeigte Hewson auch auf andere Weise, daß sich im gesunden Blute die Bläschen von der noch flüssigen plastischen Lymphe absondern lassen, und zwar

1) durch Vermengung des gesunden Bluts mit Salzen. Wenn er lebendes Blut mit verschiedenen Neutralsalzen (Glaubersalz, Digestivsalz, Küchensalz, Salpeter, Borax, Kali aceticum, Nitrum cubicum) in dem Verhältniß vermengte, daß zu 6 Unzen Blut eine halbe Unze gepülvertes Salz kam, und die Mischung umrührte, so blieb das Blut längere Zeit flüssig und besonders, wenn menschliches Blut angewandt war, senkten sich die rothen Bläschen und eine farblose Flüssigkeit, worin die plastische Lymphe gelöst war, blieb oben stehen, ließ sich abschöpfen und durch Zusatz von Wasser zum Gerinnen bringen (Disq. exp. p. 13).

2) Durch Verzögerung der Gerinnung des gesunden Bluts in der Kälte. Ein mit lebendem Blute gefülltes unterbundenes Stück der Jugularvene eines Hundes wurde ausgeschnitten und in kaltes Oel von + 2, 6° R. (38° Fahr.) gelegt. Nach 6 Stunden fand sich, daß sich die rothen Bläschen nach der untern Seite gesenkt hatten, und eine durchscheinende gerinnbare Lymphe oben stand (l. c. p. 82).

3) Durch Ruhe des Bluts in unterbundenen Venen von eben erdrosselten und lebenden Hunden und Kaninchen. Hewson unterband die Jugularvenen in der Nähe des Brustbeins, ließ den Kopf des Thieres herunterhängen, so daß die unterbundenen Venen-Enden höher zu liegen kamen, und fand das Blut nach 3 Stunden noch flüssig und die rothen Bläschen in dem farblosen Theile gesunken, so daß der obere Theil der Vene durchsichtig erschien und die plastische Lymphe nach dem Herauslassen gerann (Disq. exper. p. 25, 20, 42, 43).

Nachdem ich mich durch Wiederholung dieser Versuche von der Richtigkeit ihres Erfolgs überzeugt hatte, so lag die Vermuthung nahe, daß sich ähnliche Erscheinungen überall zeigen würden, wo frisches Blut, in andern organischen Häuten eingeschlossen, längere Zeit vor dem Gerinnen geschützt wird, was vorzüglich durch das Abhalten der atmosphärischen Luft mittelst der Gefäßwandungen möglich wird. Ich fand so, daß bei Pferden und Hunden unterbundene, mit Blut gefüllte Karotidenstücke gar nicht von der Haut bedeckt, wie in Hewsons Versuchen, mit dem Thier in Verbindung zu bleiben brauchen, sondern daß man sie ganz herausschneiden und entweder frei oder mit Papier umwickelt aufhängen kann, um ebenso die Senkung der Bläschen in dem Plasma und die Abson-

Plasma und von diesem selbst durchaus verschieden, insofern das Plasma die plastische Lymphe (den Faserstoff) und das Serum noch in lebendiger Vereinigung und Auflösung in sich enthält, und beide nur unter gewissen Bedingungen aus sich abscheidet. Der rothe Farbestoff des Bluts, Cruor, der ältern Aerzte, insofern er in den Hüllen der Blutbläschen der höhern Thiere und des Menschen sitzt, kann erst als chemischer Bestandtheil abgeschieden werden, und es scheint daher nicht zweckmäßig mit den ältern Physiologen und mit Haller (Elementa physiologiae c. h. T. II. p. 38) die Masse der Blutbläschen selbst mit dem Namen Cruor zu belegen, wenigstens nicht im Allgemeinen, da nicht alle Thiere rothe Bläschen haben, und auch da, wo die Bläschen gefärbt sind, die Farbe nur eine Eigenschaft der Blasenhüllen ist und nicht die ganze Substanz der Bläschen ausmacht, wie sich weiter ergeben wird. Wir haben also nur zwei Theile im lebenden Blute: 1) das Plasma, 2) die Bläschen.

Absonderung des Plasma von den Bläschen.

§. 2.

Die Absonderung des Plasma von den Bläschen war eine den ältern Aerzten aus den Phänomenen der Entstehung der sogenannten Entzündungshaut ganz allgemein bekannte Thatsache. Schon Petit beschreibt das Senken der Bläschen, wobei oben eine weiße Flüssigkeit stehen bleibe (Hist. de l'Acad. des scienc. 1733 p. 31). Auch Senac (Traité de la structure du cœur T. II. Ch. 8. VI. De la matière blanche qui se coagule d'elle-même) stellt diese Phänomene ganz naturgetreu so dar, daß in dem ausgeflossenen entzündlichen Blute der Cruor sich zu Boden senke und obenauf eine weiße Flüssigkeit stehen bleibe, welche sich abgießen lasse, alsdann von selbst gerinne und sich in Serum und Fibrine scheide, und die also das wahre Plasma darstellt. Indessen hätte es zweifelhaft bleiben können, ob im gesunden Blute die Sache sich eben so wie im entzündlichen verhalte, wenn nicht das Blut der gesunden Schwangeren ganz dieselben Erscheinungen darböte, was besonders Hewson erkannte (Disquisitio experimentalis de sanguinis natura. L. B. 1785, p. 47, 73, 30 etc.). Nun aber zeigte Hewson auch auf andere Weise, daß sich im gesunden Blute die Bläschen von der noch flüssigen plastischen Lymphe absondern lassen, und zwar

1) durch Vermengung des gesunden Bluts mit Salzen. Wenn er lebendes Blut mit verschiedenen Neutralsalzen (Glaubersalz, Digestivsalz, Küchensalz, Salpeter, Borax, Kali aceticum, Nitrum cubicum) in dem Verhältniß vermengte, daß zu 6 Unzen Blut eine halbe Unze gepülvertes Salz kam, und die Mischung umrührte, so blieb das Blut längere Zeit flüssig und besonders, wenn menschliches Blut angewandt war, senkten sich die rothen Bläschen und eine farblose Flüssigkeit, worin die plastische Lymphe gelöst war, blieb oben stehen, ließ sich abschöpfen und durch Zusatz von Wasser zum Gerinnen bringen (Disq. exp. p. 13).

2) Durch Verzögerung der Gerinnung des gesunden Bluts in der Kälte. Ein mit lebendem Blute gefülltes unterbundenes Stück der Jugularvene eines Hundes wurde ausgeschnitten und in kaltes Oel von + 2, 6° R. (38° Fahr.) gelegt. Nach 6 Stunden fand sich, daß sich die rothen Bläschen nach der untern Seite gesenkt hatten, und eine durchscheinende gerinnbare Lymphe oben stand (l. c. p. 82).

3) Durch Ruhe des Bluts in unterbundenen Venen von eben erdrosselten und lebenden Hunden und Kaninchen. Hewson unterband die Jugularvenen in der Nähe des Brustbeins, ließ den Kopf des Thieres herunterhängen, so daß die unterbundenen Venen-Enden höher zu liegen kamen, und fand das Blut nach 3 Stunden noch flüssig und die rothen Bläschen in dem farblosen Theile gesunken, so daß der obere Theil der Vene durchsichtig erschien und die plastische Lymphe nach dem Herauslassen gerann (Disq. exper. p. 25, 20, 42, 43).

Nachdem ich mich durch Wiederholung dieser Versuche von der Richtigkeit ihres Erfolgs überzeugt hatte, so lag die Vermuthung nahe, daß sich ähnliche Erscheinungen überall zeigen würden, wo frisches Blut, in andern organischen Häuten eingeschlossen, längere Zeit vor dem Gerinnen geschützt wird, was vorzüglich durch das Abhalten der atmosphärischen Luft mittelst der Gefäßwandungen möglich wird. Ich fand so, daß bei Pferden und Hunden unterbundene, mit Blut gefüllte Karotidenstücke gar nicht von der Haut bedeckt, wie in Hewsons Versuchen, mit dem Thier in Verbindung zu bleiben brauchen, sondern daß man sie ganz herausschneiden und entweder frei oder mit Papier umwickelt aufhängen kann, um ebenso die Senkung der Bläschen in dem Plasma und die Abson-

derung beider zu bewirken. Ja sogar das ausgeflossene Blut, in frischen Darmstücken eingeschlossen, zeigt dieselben Erscheinungen, so daß man das Plasma in größeren Mengen auf diese Weise absondern kann. Ich durchschneide gereinigte Gedärme von Hunden oder vom Rind in Stücke von 8 — 10 Zoll Länge, nach Belieben auch in längere Stücke, und unterbinde das eine Ende, um dann durch Streichen des Darms nach dem offenen Ende zuvor alle Luft und Feuchtigkeit zu entfernen. Nun setze ich in das offene Ende des zusammengefallenen Darmstücks einen Trichter, und lasse das Blut aus der geöffneten Ader eines Pferdes, Hundes, Kaninchens in den Darm fließen, bis er gefüllt ist. Dann wird auch das obere Ende mit der Vorsicht, daß keine Luftblasen mit eingeschlossen werden, unterbunden und ruhig aufgehängt. Schon nach wenigen Minuten senken sich, besonders leicht beim Pferdeblut, die rothen Bläschen, und das Plasma steht klar und durchsichtig-farblos obenauf. Da auch hierbei das Blut zuweilen stundenlang flüssig und vor dem Gerinnen geschützt bleibt, so bediene ich mich desselben Experiments, um zu Transfusionsversuchen Blut einige Zeit flüssig zu erhalten (Med. Zeitung vom Verein f. Heilkunde 1835, Nr. 10, S. 44). Man kann sogar in Gläsern, die nach dem Füllen mit Blut schnell verstopft werden, dieselben Erscheinungen sehen, doch gelingt der Versuch nicht immer, weil das Glas vor dem Füllen mit Blut mit Luft gefüllt ist und das Blut beim Einfließen schäumt, so daß durch die Vermengung mit Luft häufig die Gerinnung vor dem Senken der Bläschen erfolgt, was bei den Versuchen mit den von allem Inhalt befreiten Darmstücken vermieden wird. Doch darf man nicht zu zarte Gedärme, wie die von Schafen, anwenden, weil dadurch die Luft nicht hinreichend abgehalten wird. Daher ist es auch Scudamore nicht gelungen, in Därmen junger Kaninchen das Blut längere Zeit flüssig zu erhalten (über das Blut a. d. Engl. Würzburg 1826. Vers. 48, S. 42). Aus demselben Grund eignen sich auch Arterien besser als Venen zu dem Versuche. Aus diesen Versuchen überzeugt man sich nun, daß im lebenden Blute noch kein Serum enthalten ist, sondern bloß das farblose Plasma, worin die Bläschen schwimmen.

Erster Abschnitt.

Die Blutbläschen.

§. 3.

Die Erscheinung der Bläschen hat seit ihrer Entdeckung durch Malpighi (Opera omnia, de omento pingued. etc. p. 42. 1665), der sie für Fettkügelchen hielt, und später durch Leeuwenhoek (Phil. trans. Nr. 102. 1673), der sie als rothe Farbekügelchen beschreibt, die Aufmerksamkeit der Naturforscher so sehr in Anspruch genommen, daß man den wesentlich bildenden Theil des Bluts, das Plasma, dabei fast ganz übersehen, und sonderbar genug, gerade in den Bläschen das Wesen des bildenden Blutlebens gesucht hat, obgleich es unmöglich war, es hier zu finden. Vielleicht ist kein organischer Theil vielfältiger untersucht und bei keinem Theile die Aufmerksamkeit mehr von seiner wahren Bedeutung abgewendet geblieben. Der Hauptgrund dieses Widerspruchs scheint darin zu liegen, daß man die mikroskopische Untersuchung der Bläschen immer mehr abgesondert von der Betrachtung der Erscheinung des Blutlebens und seiner lebendigen Bestandtheile im Ganzen geführt und ihre Entwicklungsgeschichte nicht vollständig verfolgt hat, während uns doch nur eine vergleichende Behandlung beider Seiten zum Ziele führen kann. Nach Leeuwenhoek hielten sie auch Haller (El. phys. I, 65), Blumenbach, Blainville (Cours de physiol. Paris 1829, T. I, 224), Wedemeyer (Kreislauf des Bluts S. 353), Hodgkin und Lister (Frorieps Notizen 18, 241), Kaltenbrunner (das. 16, 307) u. A. für gleichartige Kügelchen. Wir werden uns hier bemühen zu zeigen, daß die Blutbläschen wirkliche mit elastischer Flüssigkeit erfüllte Bläschen sind, welche nur als Respirationsorgane des Bluts betrachtet werden können, keineswegs aber als feste Kügelchen erscheinen, die irgend eine directe Beziehung auf den Bildungsproceß haben, wie jetzt noch viele Naturforscher glauben. Dieses wird aus einer einfachen Darstellung ihrer verschiedenen Verhältnisse nothwendig von selbst folgen.

1. Gestalt.

§. 4.

Die Gestalt der Bläschen zeigt sogleich darin eine Eigenthümlichkeit, daß bei mehreren der niedern Thierclassen in dem Blute desselben Thieres sich ganz verschiedene Formen nebeneinander finden. Schon Poli bildet aus Arca glycimeris rundliche, eiförmige und zugespitzte Formen ab (Testacea utriusque Siciliae p. 48. Tab. II). Bei der Auster finde ich runde, eiförmige und elliptische (Tab. 2, Fig. 10). Bei Paludina vivipara sieht man runde, rundliche, eiförmige, elliptische, rhombische Formen (Tab. II. Fig. 12). R. Wagner bildet vom Scorpion eben so viel verschiedene Formen ab (zur vergleichenden Physiologie des Bluts, Leipz. 1833, Fig. 12). Dieselbe Verschiedenheit finde ich bei Hühnerembryonen innerhalb der ersten 3 Tage der Bebrütung (Tab. 2, Fig. 1). Bei den ausgebildeten Wirbelthieren zeigt sich eine größere Gleichheit der Formen unter den Bläschen desselben Thiers; aber die Schriftsteller weichen in der Bestimmung dieser Formen ab. Leeuwenhoek bildete sie von Säugthieren überall kugelrund ab, und beschreibt sie auch so an vielen Stellen. Doch erkannte er, daß sie bei Fischen und Fröschen elliptisch und platt gedrückt seyen, und bildet sie aus diesen Thieren auch so ab, weßhalb er sie planoval nennt (Continuat. arcan. nat. ep. 128. Fig. 5, 6). So schildert er sie auch bei Vögeln (l. c. p. 78). Auch Muys beschreibt sie hier linsenförmig (de fibr. musc. fabric. p. 300). Nachdem Haller (El. phys. T. II, p. 53. Second mém. sur le mouv. du sang. Exp. 2, 3, 5, 19), de la Torre (Nuove osservazioni microscopiche, Napoli 1776, 4) u. A. sie auch bei kaltblütigen Wirbelthieren für rund ausgegeben, lernte man zuerst durch Hewsons genaue Untersuchungen, daß die Bläschen bei Rückenwirbelthieren überall linsenförmig platt gedrückt, die flache Seite aber beim Menschen und bei Säugethieren rund, bei Vögeln elliptisch zugeschärft, bei Amphibien und Fischen elliptitch stumpf sey (de rubrar. sang. part. fabr. L. B. 1785. Cap. I, Tab. I). Dagegen fand sie Hewson im fünf Tage alten bebrüteten Hühnchen und im Embryo einer Viper kugelrund und größer als bei erwachsenen Thieren. Diesen Unterschied der Bläschen in Embryonen von ihrer Form bei erwachsenen Thieren haben später auch Prevost und Dumas (Annal. des scienc. natur. p. Audonin T. IV, p. 499)

gefunden. Doch habe ich bereits vorhin erwähnt, daß man später bei Embryonen sehr verschiedene (und zwar, wie sich weiterhin ergeben wird, Uebergangs-) Formen findet, und dasselbe gilt auch von der Größe. Um die platte Form der Bläschen leicht zu erkennen, muß man sie nach Hewsons Vorgang auf dem schief gestellten Objectträger fließen lassen, wobei sie sich umkehren und von allen Seiten gesehen werden. Am leichtesten geschieht dieß, wenn man das ganze Mikroskop schief stellt. Doch sehe ich die Ränder der Kanten abgerundet (Tab. 1, Fig. 1), nicht scharfeckig, wie sie R. Wagner a. a. O. abbildet. Die Seitenflächen von der Kante angesehen finde ich mäßig gewölbt, und es kann wohl nur durch eine besondere Beleuchtung der Anschein entstehen, daß die Flächen ausgehöhlt wären, wie es Hodgkin und Lister nach Young angeben (Froriep Notizen a. d. Gebiete der Natur und Heilk. XVIII, S. 241). Nur bei der Corrugation der in Wasser aufgeschwollenen Bläschen durch Salzsolutionen und bei der Entwicklung der platten Formen aus den kuglichten in Embryonen der Frösche und des Huhns finde ich zuweilen nabelartige Vertiefungen der Seiten, wovon weiterhin ein Mehreres. Bei den Bauchwirbelthieren sind die Bläschen rund oder rundlich gleichmäßig aufgeschwollen, nicht platt. Nur bei einer Terebella beschreibt sie Wagner platt (l. c. p. 23, Fig. 8). Gewöhnlich nähern sie sich der Eiform mehr oder weniger: Tab. II, Fig. 10 von der Auster, Fig. 11 vom Regenwurm, Fig. 12 von Paludina vivipara.

2. Größe.

§. 5.

Die Größe der Bläschen ist besonders bei den Bauchwirbelthieren in demselben Individuum eben so verschieden, wie ihre Gestalt. Bei den Austern wechselt nach unsern Beobachtungen die Größe der verschiedenen Bläschen zwischen $^1/_{96}$ — $^1/_{350}$ Linie, bei Paludina vivipara zwischen $^1/_{120}$ — $^1/_{400}$ Linie. Bei Terebella fand Wagner die kleinsten Bläschen von $^1/_{200}$ Linie, die größten von $^1/_{50}$ Linie, die Mehrzahl war $^1/_{100}$ Linie im Durchmesser (l. c. p. 23, Fig. VIII). Bei Insecten zwischen $^1/_{100}$ — $^1/_{300}$ Linie.

Bei den Rückenwirbelthieren zeigen die Bläschen eine gleichförmigere Größe in demselben Thiere, doch finden sich immer noch, wenn gleich oft unmerkliche, Verschiedenheiten. Im Allgemeinen

erscheinen sie am größten bei den Knorpelfischen und Amphibien, etwas kleiner bei Knochenfischen und Vögeln, am kleinsten bei den Säugethieren und beim Menschen. Diese Größenverhältnisse sind durch die verschiedene Größe der peripherischen Gefäße in den verschiedenen Thierclassen bedingt, wie sich weiterhin ergeben wird. Ueberall muß man wegen der platten elliptischen Form bei den Amphibien und Fischen drei, bei den Säugethieren wegen der plattrunden Form zwei verschiedene Durchmesser unterscheiden.

Die Blutbläschen beim Menschen sind größer als bei vielen Säugethieren. Jurin gab ihren Breitendurchmesser auf $^1/_{194}$ Linie an (Phil. trans. N. 377, a. 7). Nach Hodgkin und Lister und Rudolphi sind sie $^1/_{250}$ Linie im Durchmesser, nach Prevost und Dumas $^1/_{338}$ Linie. Am kleinsten schätzt sie Young auf $^1/_{505}$ Linie. Man sieht bei einiger Aufmerksamkeit schon ohne Messung, daß ihre Größe beinahe auf $^1/_3$ differirt, und eine genaue Messung bestätigt dieß. Wir theilen die Maße mit, welche unser Frauenhofer'scher Schraubenmikrometer, mit dem man genau bis auf den hunderttausendsten Theil eines Zolles messen kann, angibt*). Die größern Bläschen zeigten hiernach 0,00036 Zoll, d. i. $^1/_{277}$ Linie; die kleinern 0,00031 Zoll, d. i. $^1/_{320}$ — $^1/_{321}$ Linie Durchmesser der Fläche. Die Dicke betrug in beiden Fällen 0,000085 Zoll, welches $^1/_{1176}$ Linie macht. Es wird also der Wahrheit am nächsten kommen, wenn man annimmt, daß sie im Mittel $^1/_{300}$ Linie breit und $^1/_{1176}$ Linie dick sind.

Unter den Säugethieren scheinen die Wiederkäuer die kleinsten Blutbläschen zu haben. Ihre Breite beim Schafe finde ich $^1/_{490}$ Linie (Prevost und Dumas $^1/_{451}$ L., Wagner $^1/_{500}$ L.), beim Ochsen $^1/_{450}$ Linie (Young $^1/_{538}$ L., Wagner $^1/_{400}$ L.). Nach Prevost und Dumas beträgt die Breite der Bläschen bei der Gemse $^1/_{494}$ L., bei der Ziege $^1/_{584}$ L., bei den Carnivoren sind die Bläschen eben so groß, zum Theil kleiner als beim Menschen. Ich finde sie bei

*) Die Messungen mit dem Frauenhofer'schen Schraubenmikrometer müssen reducirt werden, weil die Schraubenwindungen den Zolleintheilungen nicht genau entsprechen. An dem unsrigen gehen 83 ganze Revolutionen auf 1 Par. Zoll. Jede Revolution ist in 100 Grade und jeder Grad noch in 10 Theile durch den Nonius abgetheilt. Der Zehntel-Grad des Nonius gleicht also 0,00001204 Par. Zoll.

der Katze $^1/_{350}$ Linie, beim Hund $^1/_{320}$ L. breit. Beim Pferde finde ich sie zwischen $^1/_{320}$ — $^1/_{360}$ L. Bei Affen scheinen sie größer als beim Menschen: $^1/_{270}$ L. bei S. Callitrix nach Prevost und Dumas.

Unter den Vögeln finde ich die Bläschen beim Haushuhn im Mittel $^1/_{160}$ L. lang, $^1/_{280}$ L. breit und $^1/_{750}$ dick. Bei der Taube, der Ente, der Gans, dem Sperling, der Meise liegen nach Prevost und Dumas die Längendurchmesser zwischen $^1/_{125}$ — $^1/_{225}$ L. Die Breitendurchmesser zwischen $^1/_{250}$ — $^1/_{338}$ L.

Bei den Grätenfischen liegen nach R. Wagner (l. c. p. 33) die Längendurchmesser zwischen $^1/_{150}$ — $^1/_{250}$ L., die Breitendurchmesser zwischen $^1/_{200}$ — $^1/_{330}$ L. Ich finde die Bläschen bei der Plötze (Cyprinus erythrophthalmus) $^1/_{160}$ Linie lang, $^1/_{250}$ L. breit, $^{16}/_{90}$ L. dick. Bei den Embryonen der Plötze erscheinen die Bläschen nicht größer.

Die Knorpelfische haben vielleicht überhaupt die größten Blutbläschen. Hewson (l. c. Tab. 1, Fig. 10) bildet sie schon vom Rochen beinahe doppelt so groß, als vom Frosch ab, und sagt auch, daß sie beim Rochen am größten seyen. Wagner gibt den Durchmesser beim Zitterrochen auf etwa $^1/_{50}$ Linie an, was damit übereinstimmt (l. c. p. 14). Beim Meerengel (Squalus squatina) fand Wagner die Bläschen $^1/_{80}$ — $^1/_{100}$ Linie lang.

Unter den Amphibien sind die Bläschen bei den nackten am größten. Prevost und Dumas geben bei den Tritonen (Salamandra cincta und cristata) ihre Länge $^1/_{78}$, die Breite $^1/_{128}$ Linie an. Ich habe sie hier (bei S. cristata) auch genau mit dem Schraubenmikrometer gemessen. Ihre Größe variirt sehr, was man schon durch das Augenmaß erkennt. Das Mittel aus drei Messungen war: Länge 0,00138 Zoll, d. i. $^1/_{72}$ Linie: Breite 0,000804 Zoll, d. i. $^1/_{124}$ Linie; Dicke 0,000315 Zoll, d. i. $^1/_{311}$ Linie. Beim Frosch (R. esculenta) sind sie merklich kleiner. Ich finde sie im Mittel 0,00108 Zoll, d. i. $^1/_{92}$ Linie lang, 0,00058 Zoll, d. i. $^1/_{172}$ Linie breit und $^1/_{580}$ Linie dick. Nach Prevost und Dumas sind die Bläschen bei der Landschildkröte $^1/_{110}$ Linie lang, $^1/_{176}$ Linie breit, $^1/_{800}$ Linie dick. Am kleinsten unter den Amphibien sind die Bläschen bei den Eidechsen und Schlangen. Bei der Kreuzotter (C. Berus) $^1/_{136}$ Linie lang und $^1/_{225}$ Linie breit; bei Lacerta grisea $^1/_{149}$ Linie lang und $^1/_{250}$ Linie breit nach Prevost und Dumas.

3. Kern in den Bläschen der Rückenwirbelthiere.

§. 6.

Schon Leeuwenhoek beobachtete in der Mitte der Blutbläschen, die auf der flachen Seite liegen, bei Fröschen und Fischen einen dunklern Fleck, den er auch abbildete (Cont. arcan. naturae. p. 221, Fig. 2—4). Man hielt diesen Fleck zuerst für eine innere Höhle, und de la Torre glaubte, daß die Bläschen durchlöcherte Ringe darstellten. Diesen Irrthum widerlegte Hewson durch seine gründlichen Beobachtungen, indem er zeigte, daß dieser Fleck von einem festen Centraltheil, der im Innern der hohlen Blase liege, herrühre (Rubrar. sang. part. fabric. exp. II). Er fand nämlich, daß wenn Blut von Fröschen und Aalen im Sommer einige Tage in der Wärme steht, bis es zu faulen anfängt, die flachen Bläschen dann zu runden gerunzelten Sphären anschwellen, was sich beobachten läßt, wenn man sie mit Serum verdünnt in diesem Zustande beobachtet. Dabei finden sich denn einige Bläschen geplatzt und aus den Rissen der Hülle die Centraltheile entleert und zuweilen gespalten. Menschenblut zeigte dieselben Phänomene und auch dann, wenn man es frisch mit faulendem Serum vermengte. Diesen Versuch habe ich zum öftern bestätigt gefunden. Zuweilen gelingt es auch durch Quetschung eines oder das andere Bläschen aus ganz frischem Salamanderblut zu zerreißen und den Kern zu entleeren, wie es in Fig. 1. b, Tab. 1 abgebildet ist. Die Kerne liegen übrigens nicht immer gerade in der Mitte des Bläschens, sondern häufig mehr nach einer Seite oder nach einem Ende zu, in andern Fällen schief oder quer gerichtet. Ich habe mehrere dergleichen Formen vom Salamander abgebildet (Tab. 1, Fig. 1). Einfache Kerne dieser Art kommen in den Blutbläschen aller ausgebildeten Rückenwirbelthiere, auch im Menschen vor, wie schon Hewson richtig beobachtete und meine eigenen sogleich zu erwähnenden Versuche bestätigen. Bei den Embryonen aber und den Bauchwirbelthieren werden sie durch eine andere Bildung der Bläschen ersetzt.

Die Kerne der runden Bläschen bei Säugethieren und beim Menschen erscheinen rundlich, aber nicht vollkommen kugelförmig, oft ein wenig länglich oder etwas gedrückt. Bei den elliptisch zugespitzten Bläschen der Vögel haben sie eine dieser entsprechende Form, sind aber im Embryo rund. Bei den Amphibien sind sie

meist länglich elliptisch-stumpf, einige fast walzenförmig, andere ziemlich rund oder platt. Sie haben ungefähr die Stärke des schmalsten Durchmessers der Bläschen. Beim Salamander $^1/_{320}$ — $^1/_{350}$ Linie, beim Frosch $^1/_{400}$ L., beim Huhn $^1/_{800}$ L., beim Menschen $^1/_{1200}$ Linie; aber ihre Größe ist wie ihre Gestalt sehr verschieden. Auch im Ansehen sind sie verschieden. Einige erscheinen gleichförmig glatt, die Mehrzahl ist aber körnig (Tab. 1, Fig. 1).

4. Natur der Bläschenhülle.

§. 7.

Den ersten Lichtstrahl haben die Untersuchungen von Hewson auf die Natur der Bläschenhüllen und zugleich auf die Natur der Bläschen überhaupt geworfen.

Außerhalb des Blutplasma lassen sich die Bläschenhüllen unverändert am besten aufbewahren und untersuchen, wenn man sie mit Blutserum vermengt. Darauf beruht die Eigenthümlichkeit der Untersuchungsmethode Hewsons. Er nahm entweder geschlagenes Blut, in welchem nach Entfernung des Fibrinegerinnsels die Blutbläschen mit Serum vermengt bleiben, oder rührte geronnenes Blut mit Blutserum, um die Bläschen darin zu vertheilen. Von diesem Gemenge verdünnte er dann etwas mit größerer Menge Serum, um die Bläschen mehr zu isoliren und einzeln beobachten zu können. Der Grund, weßhalb die Bläschenhüllen sich im Serum unverändert erhalten, liegt, wie schon Hewson fand, nicht etwa in dem Eiweißgehalt des Serum, sondern in den darin aufgelöst'en Salzen, daher denn auch eine Auflösung von Küchensalz oder Glaubersalz in 6—10 Theilen Wasser dieselbe Wirkung wie das Serum hat. Indem nun Hewson zu den in einem Tropfen Serum schwebenden Blutbläschen des Frosches nach und nach mehrere Tropfen reines Wasser zufügte, fand sich, daß die platten Bläschen dadurch aufschwollen und kugelrund wurden, wobei sich ihr Längendurchmesser etwas verkürzte, so daß die aufgeschwollenen Blasen ungefähr die Größe des Breitendurchmessers der platten Bläschen erhalten. In diesem Zustande rollen sie sich, sobald das Wasser, worin sie schwimmen, in Bewegung versetzt wird, gleichmäßig auf dem Objectglas entlang zum Beweise, daß sie wirklich vollkommen kugelrund geworden sind. Das Merkwürdigste dabei aber ist, daß nun die Kerne im Innern der Blase beweglich werden, indem sie nicht mehr

zwischen den zusammengedrückten Wänden der Blase in der Mitte fest gehalten werden, und daher nach dem tiefsten Theile der Blase hinsinken. Bewegt sich nun die Blase selbst herum, so rollen auch die losen Kerne im Innern mit, indem sie immer nach den tiefern Stellen der Blase von der schiefen Ebene herabrollen. Mit Recht folgerte schon Hewson hieraus, daß die Höhle der Blase, welche von dem Kerne lange nicht ausgefüllt wird, mit einer elastischen Flüssigkeit gefüllt sey. Bei Wiederholung dieser Versuche, deren Erfolg ich immer so bestätigt fand, wie ihn Hewson beschreibt, begegnet dem Beobachter die Unbequemlichkeit, daß beim Zusatz einer zu geringen Wassermenge die Bläschenhaut zuerst undurchsichtig wird, so daß man die Kerne im Innern schwer oder gar nicht sieht, hingegen beim Zusatz einer größern Quantität die Bläschenhaut sich bald so entfärbt und so durchsichtig wird, daß sie dem Gesicht entschwindet, und man selten die ganze Reihe von Erscheinungen an einem Experiment verfolgen kann, besonders wenn man das Blut der Säugethiere oder des Menschen untersucht. Hewson und viele spätere Beobachter haben geglaubt, die Bläschenhaut selbst löse sich hierbei in Wasser auf und verschwinde so. Ich habe nun ein Mittel entdeckt, wodurch es möglich wird, nicht nur die rollende Bewegung der aufgeschwollenen Bläschen und ihrer Kerne längere Zeit deutlich zu beobachten, sondern auch zu zeigen, daß sich in der That die Bläschenhaut selbst gar nicht in Wasser auflöst. Dieß ist die Jodine. Vermengt man die Bläschen des Frosches in einem Tropfen Serum mit 3 Tropfen Wasser, und wartet genau den Zeitpunkt ab, wo die Bläschen den höchsten Grad der Aufschwellung und Durchsichtigkeit erreicht haben, so kann man durch Zusatz von einem halben Tropfen Jodinetinctur plötzlich die kaum sichtbaren Bläschenhüllen, welche nun eine ziemlich dunkelbraune Färbung annehmen, wieder erkennen und in ihrem Verhältnisse zum Kern, der durch die Jodine gar nicht verändert wird, stundenlang beobachten. Man sieht nun auch deutlich die allmählichen Uebergänge beim Aufschwellen von der platten durch eiförmige zu den mehr kuglichten Gestalten. In diesem Zustande habe ich die Bläschen vom Salamander, Tab. 1. Fig. 2, abgebildet, und zugleich einige bloß in Wasser aufgeschwollene ungefärbte hinzugefügt. Sobald man das Mikroskop schief stellt, um das Wasser

mit den Bläschen in Bewegung zu setzen, erkennt man die oben beschriebene rollende Bewegung der ungefärbten Kerne in den gefärbten Bläschen aufs deutlichste. Man kann den Versuch auch so anstellen, daß man Jodwasser sogleich zu einem unverdünnten Tropfen von Serum und Blutbläschen setzt, wobei sich schon während des Aufschwellens die Bläschenhüllen durch die Jodine färben. Auf diese Weise kann man sich auf das unzweifelhafteste überzeugen, daß nicht bloß im Blute der eierlegenden, sondern auch im Blut aller Säugethiere und des Menschen die Kerne in den Blutbläschen vorhanden sind, und daß überall die rothen Bläschen wirkliche mit einer elastischen Flüssigkeit erfüllte Blasen und keine festen Kügelchen sind. Die Jodine verhärtet zugleich die Bläschenhüllen und macht, daß nun der Farbstoff sich weniger in Wasser löst. Daher wird der Farbstoff weniger leicht durch Wasser ausgezogen, wenn man sogleich beim Vermengen der Bläschen mit Wasser Jodine zusetzt. Auch die Vermengung der Jodine mit reinem Blute macht die Bläschenhüllen so hart, daß sie nun mit Wasser vermischt sehr schwer sich verändern, und ihren Farbstoff nicht abgeben. Ich habe einem lebenden Frosch etwas Jodine in den Mund gelegt. Das später untersuchte Blut zeigte dann durch Wasser weniger leicht veränderliche Bläschen. Damit hängt vielleicht die Wirkung der Jodine im Leben zusammen.

Die Blasenhülle hat eine große Elasticität. Leeuwenhoek, de la Torre, Fontana sahen schon, daß die Bläschen zwischen Blättchen von Glas oder Marienglas gedrückt vier- bis fünfmal breiter werden, indem sie sich durch ihre Elasticität und ihren elastischen Inhalt ausdehnen, nach aufgehobenem Druck aber ihre frühere Gestalt wieder annehmen (Senac, traité de la struct. du cœur. Paris 1783. Vol. II, p. 283). Drückt man sie mittelst eines Glimmerplättchens im aufgeschwollenen Zustande, so dehnen sie sich nach den Seiten aus und nehmen nach Entfernung des Druckes wieder ihre frühere Form an. Auch sieht man nicht selten, daß die Bläschen nach dem Aufschwellen, indem sie nach und nach ihren elastischen Inhalt entleeren, sich allmählich um den Kern zusammenziehen, so daß die Haut sich am Ende dicht um den Kern anlegt (Fig. 2, c), so daß man leicht den hellen Ring, welchen sie nun um den Kern bildet, übersehen, und das Ganze für einen isolirten Kern halten könnte. In andern Fällen platzen die

Bläschen im Zustande der höchsten Ausdehnung, und die Kerne sowohl als die Hüllen schwimmen nach der Entleerung frei, doch selten ganz, sondern in zarte Flocken zerfallen, herum. Die letztern erkennt man wegen ihrer großen Durchsichtigkeit im reinen Wasser nun oft nicht mehr, und könnte sie für gänzlich aufgelöst halten, aber sobald die Membran durch Jodine gefärbt ist, findet man sie leicht wieder (Fig. 2, d). Man hat auch noch ein anderes Mittel, die Existenz der ganz farblosen Blasenhüllen zu erkennen. Wenn nämlich ein Haufen mehrerer Bläschen zusammenliegt, so kleben die einzelnen während des Aufschwellens etwas aneinander. Wenn sie nun nicht alle ihre Kerne durch Platzen entleert haben, aber schon so durchscheinend sind, daß man die Kerne frei liegend zu sehen glaubt, so kann man durch Verschiebung des Haufens entweder mittelst Bewegung des Wassers oder mit Hülfe einer Nadelspitze die Kerne durch die Hüllen fortziehen und sich überzeugen, daß die meisten Kerne wirklich noch von den farblosen Hüllen umgeben sind. Setzt man in dem aufgeschwollenen Zustande der Blasen concentrirte Salzsolution zu dem Tropfen, worin sie schwimmen, so ziehen sich die Blasenhüllen unregelmäßig, aber nicht ganz dicht um den Kern zusammen, so daß sie gerunzelt erscheinen. Wenige nehmen auch ihre frühere platte Form dabei wieder an (Tab. 1, Fig. 5). Dieses Zusammenschrumpfen der Blasenhüllen entsteht auch nach 12—24 Stunden von selbst, wenn man reines Blut in kleinern Mengen aufbewahrt, es mag geschlagen seyn oder nicht (Tab. 1, Fig. 4). Am leichtesten scheinen die Bläschen bei Säugethieren zusammenzuschrumpfen. Bringt man die frischen unveränderten Bläschen des Salamanders mit concentrirter Küchensalz- oder anderer Salzsolution in Berührung, so zeigt sich das Zusammenschrumpfen ebenfalls sehr bald, aber in geringerem Grade (Tab. 1, Fig. 6). Bei Vermengung von concentrirter Salzsolution mit Blutbläschen sieht man an der Oberfläche des Tropfens feine Luftbläschen entstehen, so daß es scheint, als ob diese sich während der Contraction aus den Blutbläschen entwickelten. Alle diese hier am Salamanderblute beschriebenen Erscheinungen kann man am Blute der Säugethiere, Vögel und Fische ganz auf ähnliche Weise beobachten, nur gehört bei Säugethieren, um das Aufschwellen zu bewirken, die größte Menge Wasser, eine geringere bei Amphibien, die geringste bei Fischen.

5. Farbstoff in den Blasenhüllen.

§. 8.

Die älteren Physiologen waren so sehr überzeugt, daß der Farbstoff des Bluts in den Bläschen sitze, daß sie sogar die ganzen Bläschen für Cruor oder Farbstoffkügelchen hielten, wie Leeuwenhoek (Phil. trans. Nr. 102) und Haller (Element. physiol. c. h. T. II, p. 50). Bei Hewson vermißt man ungeachtet seiner genauen Untersuchungen der Verhältnisse von Blasenhülle und Kern, durchaus eine bestimmte Angabe über den Sitz der Farbe. Er nennt aber die Bläschen roth und scheint anzunehmen, daß die Bläschenhüllen ganz aus Farbstoff bestänben und völlig in Wasser löslich wären, wenigstens scheint er den Sitz der Farbe doch in den Hüllen zu suchen. Einige neuere Beobachter aber, wie Raspail (Nouv. syst. de chimie org. §. 913), behaupten, die Bläschen seyen vollkommen farblos. Allerdings erscheinen sie bei Fröschen und Fischen von der platten Seite einzeln angesehen ziemlich durchscheinend und blaß, ja bei einer gewissen Beleuchtung fast glasartig, doch nie ohne röthlichen Schein. Inzwischen sieht man, sobald sie in Haufen zusammenliegen, schon mit bloßen Augen und eben so durchs Mikroskop, daß nun ihre rothe Farbe deutlich hervortritt, und daß bloß durch die dünne Ausbreitung der einzelnen Bläschenhaut die Färbung nicht ins Auge fällt. Betrachtet man aber die Bläschen von dem Rand aus, wenn sie aufrecht stehen, so erkennt man auch an jedem einzelnen Bläschen die Färbung deutlich (Tab. 1, Fig. 1, c). Bei Säugethieren hat es weniger Schwierigkeit, auch an den flachliegenden Bläschen die Färbung zu unterscheiden. Im Allgemeinen ist die Röthung der Bläschen am stärksten bei den Säugethieren und Vögeln, schwächer bei Amphibien, am schwächsten bei den Fischen. Es fragt sich nun, welches der Sitz der Farbe ist. Die Kerne erscheinen nach ihrer Entleerung immer farblos, ja zuweilen blendend weiß, und zwar auch, wenn sie in Haufen zusammenliegen, wogegen frische Bläschen auch nach der Entleerung der Kerne noch ihre Färbung zeigen (Tab. 1, Fig. 1, b). An solcher leeren Blase bemerkt man aber an der Stelle, wo der Kern gelegen hat, einen farblosen, hellen Fleck, ähnlich dem, als wenn der Kern noch darin läge. Dieß scheint anzudeuten, daß

die Bläschenhaut selbst ungefärbt und bloß an der Stelle, wo sie den Kern nicht berührt, mit Farbe durchdrungen und davon angeschwollen ist, so daß also die Haut selbst nicht ganz aus Farbstoff gebildet, sondern selbstständig organisirt und nur von Farbstoff imprägnirt ist. Daß diesem in der That so ist, beweis't besonders die Erscheinung des Aufschwellens der Bläschen im Wasser. Hierbei nämlich lös't sich der Farbstoff in Wasser auf und färbt das Wasser roth, die angeschwollenen Bläschen aber bleiben so ungefärbt zurück, daß sie auch in Haufen zusammenliegend nun keine Färbung mehr zeigen. Dieses beobachtete auch Joung (Remarks on blood and Pus in Dr. Joung médical literature. Scudamore über das Blut S. 8). Auch die Betrachtung der farblosen Bläschen der niedern Thiere und der Embryonen der höhern zeigt deutlich, daß der Farbstoff weder mit der Bläschenhülle identisch, noch unzertrennlich mit ihr verbunden ist, sondern daß auch ohne Farbstoff die Bläschen ihre selbstständige Bildung haben. Wo aber die Bläschen gefärbt sind, da werden ihre Wandungen durch Imprägnation mit Farbstoff dicker. Das Bläschen an sich ist von unendlicher Dünnheit, so daß es, wenn es dicht um den Kern anliegt, den Durchmesser desselben kaum vermehrt. Man findet daher die Dicke der platten Bläschen unmerklich von der Dicke der Kerne, die sie mit dem farblosen Theil ihrer Wandung umschließen, verschieden. Ich möchte die Dicke der farblosen Bläschenwand bei Fröschen nur auf 0,00001 Linie höchstens nach dem Frauenhofer'schen Schraubenmikrometer anschlagen. In dem Maße, als die Bläschenhülle stärker mit Farbstoff durchdrungen wird, verdickt sie sich, doch ohne nach außen an Umfang zuzunehmen, sondern durch Aufschwellung nach innen. In dieser Beziehung ist eine auffallende Verschiedenheit der Bläschen bei den verschiedenen Thieren. Am meisten Farbstoff enthalten die Bläschen der Säugethiere und des Menschen, deren Wandungen daher oft so dick sind, daß sie den Kern kaum durchscheinen lassen, weßhalb auch Einige an der Existenz der Kerne hier gezweifelt haben, obgleich sie durch die oben angegebenen Experimente mit Hülfe der Jodine leicht zu erkennen sind. Um allen Farbstoff aus diesen Bläschen aufzulösen, wird daher hier eine größere Menge Wasser (4—5 Theile auf 1 Theil mit Bläschen erfüllten Serums) erfordert, als bei den Amphibien, wo

schon 2—3 Theile hinreichend sind. Am geringsten ist der Farbstoffgehalt der Bläschen unter den Rückenwirbelthieren bei den Fischen, wo sie daher im natürlichen Zustand auch sehr dünnwandig sind, und ihren Farbstoff schon in 1—2 Theilen Wasser sehr leicht auflösen. Setzt man zu einer großen Menge Blut eine geringe Menge Wasser (vielleicht den achten oder den vierten Theil), so scheint dieß von dem Farbstoff absorbirt zu werden, ohne daß sich die Bläschen merklich verändern. Sie schwellen nur ein wenig an. Daher kann auch durch Getränke und Injectionen eine bedeutende Menge Wasser in das Blut gebracht werden, ohne daß die Bläschen zerstört werden. Die Wirkung des Wassers auf die Veränderung der Form der Bläschen bei den höheren Thieren und beim Menschen scheint vorzüglich durch die Auflösung des Farbstoffgehaltes bedingt, daher verändert auch das Wasser die noch ungefärbten Bläschen der Froschembryonen, so wie die der Mollusken und Insecten nicht.

Nicht bei allen Thieren scheint der Farbstoff in den Bläschen zu sitzen. Bei den Blutegeln ist das Plasma des Blutes gleichmäßig gefärbt, was auch schon Wagner (l. c. p. 25) und Wedemeyer (Kreislauf S. 366) bemerkten. Auch bei den Mollusken, die gefärbtes Blut haben, scheint der Farbstoff gleichmäßig im Plasma aufgelöst, denn die Bläschen selbst finde ich bei Limax ater, Lymnaeus stagnalis, der Auster und bei Paludina vivipara völlig farblos. Beim Flußkrebs ist das Plasma ebenfalls blaßroth, die Bläschen weiß. Die Bläschen aller Bauchwirbelthiere scheinen daher keinen Farbstoff in der Hülle zu haben. Auch bei Menschen und Säugethieren ist das Plasma nicht absolut farblos, sondern findet sich nach Senkung der Bläschen häufig röthlich oder roth. Vielleicht rührt dieß von dem verschiedenen Salzgehalt oder von der größern oder geringern Menge Wasser her, welche durch Absorption ins Blut gelangt, so daß bei mehr wässerigem Blute sich ein Theil des Farbstoffs der Bläschen im Plasma auflöst.

§. 9.

Von dem Gehalt an Farbstoff rührt die größere specifische Schwere der Blutbläschen her. Sie senken sich daher am leichtesten im Blute der Säugethiere und des Men-

schen, weniger leicht bei Amphibien und Fischen. Bei den Säugethieren und beim Menschen scheinen aber nicht alle Bläschen eine gleiche Menge Farbstoff zu enthalten; denn einige senken sich leichter und schneller im Plasma, während andere sich nicht senken, daher denn bei jedem Blutkuchen der untere Theil eine dunklere Farbe durch die farbstoffreichern Blutbläschen als im obern Theile zeigt. Doch scheint das Senken der Bläschen nicht allein durch ihre Schwere bedingt, sondern auch von dem Zustande des Plasma abzuhängen, daher auch schon Hewson bemerkt, daß zuweilen die Bläschen nach oben steigen und das farblose Plasma sich im untern Theile des Kuchens ansammelt. Obgleich das Blut der Mollusken und Krebse sehr lange auch bei Berührung mit der Luft flüssig bleibt, so konnte ich hier doch nicht ein Senken der Bläschen beobachten; sie blieben vielmehr gleichmäßig vertheilt, und schienen mehr an die Oberfläche zu kommen. Nachdem der Farbstoff aus den Blutbläschen der Säugethiere und des Menschen, so wie der Amphibien durch Wasser aufgelöst ist, werden sie specifisch leichter, und schwimmen alsbald obenauf. Später scheinen sie aber Wasser zu absorbiren und schweben überall im Wasser, sinken aber nicht mehr zu Boden.

Die Untersuchung der Blutbläschen im Wasser, ohne auf die dabei vorgehenden Veränderungen zu achten, hatte Gruithuisen verleitet, beim Menschen und bei Fröschen zweierlei Körper: farblose Blutbläschen und rothe Blutkügelchen anzunehmen, deren gegenseitige Verhältnisse er sogar angibt (Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München 1812, S. 92, 126. Tab. III. Fig. 2—4). Seine Blutbläschen sind die wahren in Wasser aufgeschwollenen Blutbläschen des Hewson. Seine Blutkügelchen hingegen könnte man für die Kerne der Bläschen halten, wenn er sie nicht für roth ausgäbe, die Kerne aber farblos sind. Da er nicht ein Gemenge von Blutbläschen mit Serum, sondern unverändertes Blut mit Wasser mischte, um es zu beobachten, so könnten seine Blutkügelchen auch dem geronnenen Plasma angehören. Burdach (Physiologie als Erfahrungswissenschaft, 4 Bd. Leipzig 1832, S. 22, 25) hat diesen Irrthum fortgepflanzt, und vermuthet, daß von uns jene Bläschen mit den Blutkügelchen verwechselt wären. Inzwischen ist diese Verwechslung allein bei Gruithuisen zu suchen, welcher die Veränderung der Bläschen im Wasser, welche

ihre wahre Bläschennatur freilich am besten zeigen, für eigenthümliche, ursprünglich im Blute so gebildete und von den unveränderten Bläschen, die von Vielen für Kügelchen gehalten werden, verschiedene Körper gehalten hat, was bei einer nähern Kenntniß der Schriften von Hewson leicht hätte vermieden werden können.

6. Wirkung chemischer Reagentien auf die Bläschenhüllen und den Farbstoff.

§. 10.

Es ist bereits erwähnt, daß durch concentrirte Salzauflösungen die frischen Bläschen sich runzeln und die im Wasser aufgeschwollenen zusammenfallen. Hierbei bleibt der Farbstoff fest mit den Bläschen verbunden, und wenn schon ein Theil davon im Wasser aufgelöst war, wird die weitere Auflösung durch zugesetzte Neutralsalze verhindert. Der Grund der Unauflöslichkeit des Farbstoffs der Bläschen im frischen Blut und im Serum liegt nur in dem Salzgehalte dieser Flüssigkeiten nach Hewson, nicht in dem Eiweißgehalte des Serums. Eiweißauflösung ohne Salz verhindert die Lösung nicht, sondern löst den Farbstoff auf wie Wasser. Inzwischen zeigen Salzauflösungen von verschiedener Concentration ganz verschiedene Wirkungen. Eine Solution in weniger als 6 Theilen Wasser bewirkt gewöhnlich ein Zusammenfallen, das jedoch stärker ist, wenn die Solution concentrirter war. Eine Auflösung von 6—10 Theilen Wasser verändert die Form der Bläschen nicht, macht aber ihre Röthung heller und die Durchsichtigkeit größer. Ist das Salz in mehr als 10 Theilen Wasser gelöst, so wird der Farbstoff der Bläschen dadurch gelöst und die Bläschen schwellen an und zwar in dem Maße stärker, als die Solution verdünnter war. Auch concentrirte Solutionen von kohlensaurem Kali und Ammonium schrumpfen die Bläschen ein, verdünnte lösen sie auf, wie das Wasser. Doch bemerkt schon Hewson, daß die Stärke der Solution, bei welcher die Bläschen ganz unverändert blieben, schwer zu finden sey.

Hewson sagt schon, daß die mit vielem Wasser verdünnte Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Essig- und Phosphorsäure die Bläschen aufschwelle und auflöse, wie Wasser, aber um so weniger, je weniger sie verdünnt seyen. Diese und ähnliche Beobachtungen von Hewson über die Wirkung der Reagentien auf

die Bläschen hatte auch schon Magni (Nuove osservazioni microscopiche sopra le molecna rassie del sangue. Milano 1776, 8) wiederholt und bestätigt. Hewson scheint concentrirte Säuren nicht angewandt zu haben. Ich finde, daß die concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure die Bläschen nicht auflösen, sondern ein wenig zusammenziehen und auf der Fläche, nicht den Rand, runzeln und die Farbe blasser machen, sonst aber die Gestalt nicht sehr verändern. Die Schwefelsäure macht sie platter, so daß sie fast lamellenförmig aussehen, ändert den Rand weniger, die Salpetersäure zieht mehr den Rand ziemlich gleichförmig zusammen, so daß sich das Bläschen dicht um den Kern legt. In diesem Zustande bleiben sie dann unverändert auch nach dem Zusatz einer großen Menge Wasser, so daß sie ganz unauflöslich sind. Concentrirte Salzsäure löst die ganzen Bläschen sammt dem Kerne zu einer sulzigen, röthlichen Masse auf. Reine Essigsäure löst schnell die ganzen Bläschenhüllen, ohne ihre Formen zuvor zu verändern, auf, was schon J. Müller fand, aber dabei färben sich dann die zurückbleibenden Kerne roth, so daß sie einen Theil des Färbestoffs aufzunehmen scheinen, was bei Vermengung mit Wasser nicht geschieht. Aetzammonium löst fast, wie die concentrirte Salzsäure, die ganzen Bläschen sammt den Kernen zu einer kirschrothen, sulzigen Masse auf. Aetzkalihydrat löst'te die Bläschen in den Versuchen, die ich anstellte, nicht auf, sondern schrumpfte sie bloß ein, und zog einige beinahe dicht um den Kern zusammen. Weingeist schrumpft sie zusammen, aber durch später zugesetztes Wasser schwellen sie wieder auf, und der Farbstoff löst sich.

Nach Hewson erhalten die Bläschen im Urin ihre Gestalt wie im Serum; ist er aber sehr wässerig, so wird seine Wirkung dem Wasser ähnlich. Ich finde ebenfalls, daß man sich des Urins sehr gut anstatt des Serums zur Untersuchung der normalen Form der Bläschen bedienen kann.

Oben ist der Beobachtung Hewsons erwähnt, daß im faulenden Blute die Bläschen platzen, so wie auch die frischen Bläschen, wenn sie im faulenden Serum untersucht werden. Dabei zerspringen sie zuweilen in kleinere Stücke, aber nicht in eine regelmäßig bestimmte Zahl (7), wie de la Torre glaubte, der sie daher als gegliederte Ringe darstellt. Hewson bezieht darauf die Beobachtungen von Leeuwenhoek, nach welchem jedes Bläschen aus

sechs kleineren bestehen sollte; indessen scheint diese Idee mehr von den Beobachtungen der körnigen Bläschen der Krebse und Heuschrecken entnommen zu seyn.

7. Wirkung der Gasarten.

§. 11.

In erstickenden Gasarten ändert sich zwar die Form der Bläschen nicht bedeutend, aber wohl der Farbstoff. Ich ließ Salamander in reinem kohlensaurem Gas ersticken, und fand bei Untersuchung der Blutbläschen, daß ihre Färbung im Ganzen merklich dunkler, besonders aber an einzelnen Stellen stark hervortretend war, so daß sie beim ersten Anblick ein buntscheckiges Ansehen hatten. Die dunkleren Stellen bildeten bald bandartige Streifen über die Mitte und die Enden der Bläschen, bald sternförmige Ausstrahlungen von den Enden oder den Seiten des Kernes aus nach dem Umfange hin, und gaben den Bläschen ein sehr zierliches Ansehen. Dabei erscheinen die Bläschen etwas aufgeschwollen, weniger platt; aber sie werden nicht größer. Doch zeigen nicht alle Bläschen diese Veränderungen, nur sehr viele, so daß ihre Menge mit dem Grade der dunkleren Färbung des Blutes im Ganzen in geradem Verhältnisse steht. Aehnliche Veränderungen beobachtete ich auch nach dem Ersticken derselben Thiere in Wasserstoffgas. Auch die im faulenden Wasser gestorbenen Salamander zeigen solche Bläschen. Durch Schütteln des Bluts mit Kohlensäure erzeugt man ähnliche Erscheinungen. Nimmt man Säugethierblut, so erscheint die Farbenhülle dunkler und dicker, was durch den stärkern Rand merklich wird, auch erscheinen sie mehr aufgeschwollen, bauchig, weniger platt. Schüttelt man Salamanderblut mit Sauerstoffgas, so werden die Bläschen durchsichtiger und gleichförmig heller. Bei Säugethierblut, das mit Sauerstoffgas geschüttelt wurde, fand ich bloß die Farbenhülle heller und dünner, den Kern mehr hervortretend, den Farbenrand, welcher die Dicke der Bläschenhülle bezeichnet, ganz schmal. Poli (Testacea utr. Siciliae p. 46) beobachtete schon, daß bei Muscheln, während sie außer Wasser unvollkommen athmeten und hungerten, die Bläschen mißfarbig wurden und zusammenfielen, aber bei erhöhter Respiration in frischem Wasser wieder aufschwollen und sich heller färbten. Diese Erscheinungen sind also vollkommen übereinstimmend mit den Wirkungen der genannten Gasarten auf

das Blut, wie man sie im Ganzen betrachtet kennt. Da die Bläschenwand in Kohlensäure und Wasserstoffgas dicker, in Sauerstoffgas dünner wird, so scheint dieß im ersten Falle zugleich eine Vermehrung, im letztern Fall eine Verminderung der Farbstoffmasse anzudeuten, womit der größere Gehalt des Venenbluts an Farbstoff übereinstimmt. Da in den Bläschen der Frösche die Hülle durch Kohlensäure sich nur stellenweise dunkler färbt und undurchsichtiger wird, so scheint hier die Vermehrung des Farbstoffs nicht gleichförmig in der ganzen Bläschenwand zu geschehen. Diese Veränderungen, wenn sie sich in jedem einzelnen Bläschen auch nur unmerklich zeigen, müssen doch in der ganzen Blutmasse durch die ungeheure Zahl der Bläschen natürlich sehr stark hervortreten.

8. Menge der Bläschen im Blute.

§. 12.

In dem Blute solcher Thiere und des Menschen, wo sich die Bläschen im eingeschlossenen und vor der Luft verwahrten Blute sehr leicht senken, nehmen sie nach beendeter Senkung, wenn diese vollständig geschah, nur ein Drittheil, oder doch selten mehr als die Hälfte des ganzen Blutvolumens ein, das darüberstehende farblose Plasma nimmt zwei Drittheile oder die andere Hälfte ein. Nun kann man aber wohl annehmen, daß zwischen den gesenkten Bläschen, weil sie wegen ihrer gerundeten Umrisse nicht überall dicht aneinander schließen und sie auch außerdem nicht gepreßt, sondern nur locker auf einander liegen, wenigstens noch ihr gleiches Volumen an Plasma befindlich ist. J. Müller hat, um die Bläschen abzusondern, das Blut filtrirt, was bei Fröschen und Salamandern, wo sie sehr groß sind, gelingt (Physiolog. 1, S. 106, 129); allein da das Blut früher gerinnt, als alles Plasma abfiltrirt ist, so gewinnt man auch auf diese Weise die Bläschen nicht von allem Plasma befreit; im Gegentheil enthält der rothe Bodensatz nach völligem Senken der Bläschen ohne Filtrum weniger Plasma, als beim Filtriren auf dem Filtrirpapier mit den Bläschen verbunden bleibt. Nach obiger Schätzung würden die Bläschen ein Viertheil und das Plasma drei Viertheile des ganzen Blutvolumens ausmachen. Offenbar ist dieses Verhältniß bei Fischen und Amphibien schon ein ganz anderes, so daß die Menge des Plasma viel größer, die der Bläschen nicht bloß der Zahl, sondern auch dem ganzen

Volumen nach viel geringer ist. Dieß war auch schon die Ansicht von Leeuwenhoek, der die Bläschenmenge nach mikroskopischen Beobachtungen des strömenden Bluts in durchsichtigen Organen schätzte. Mir scheint es, als ob im Blute der winterschlafenden Frösche weit weniger Bläschen als während des Sommers bei diesen Thieren gefunden werden. Auch bei Fischen sind sie in verhältnißmäßig geringer Menge, denn man sieht oft ziemliche Strecken von Blutströmen bloß Plasma führen. Daß bei den Schnecken nur wenige Bläschen gefunden werden, bemerkte schon Lister (de cochleis p. 45). Carus fand gegen 30 Bläschen in ¼ Gran Blut der Weinbergsschnecke (Lebensbedingungen der weißblütigen Thiere S. 80). Inzwischen sind nach R. Wagner bei den Cephalopoden die Blutbläschen häufiger, als bei den übrigen wirbellosen Thieren, aber doch in geringerer Menge als bei Schildkröten (l. c. p. 19). Unter den Würmern fand Wagner bei Terebella das Blut eben so reich an Bläschen, als das der Schildkröte, in geringerer Menge waren die Bläschen bei Nereis und wenig zahlreich bei Aphrodite (l. c. p. 23, 25). Nach Carus sind die Bläschen im Krebsblute doppelt oder dreifach so zahlreich, als bei der Weinbergsschnecke, doch finde ich das Verhältniß derselben zum Plasma in Vergleich mit den Amphibien und Fischen sehr gering, und im Allgemeinen wird man bei den Bauchwirbelthieren die Blutbläschenmenge doch höchstens auf den vierzigsten oder fünfzigsten Theil des Plasma, also auf mehr denn zehnmal weniger als bei den Säugethieren anschlagen können. Bei einem Eingeweidewurm (Diplozoon paradoxum) fand A. v. Nordmann wasserhelles Blut ohne Bläschen (Mikrog. Beit. I, S. 75).

9. Entwicklung der Bläschen in Embryonen der Frösche, des Hühnchens und der Fische.

§. 13.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte der Bläschen gibt über ihre wahre Natur vielleicht den sichersten Aufschluß, weßhalb ich meine neuen Beobachtungen hierüber durch genaue Abbildungen erläutern werde. Hewson fand schon, daß im Embryo der Viper und im bebrüteten Hühnchen vor dem sechsten Tage die Blutbläschen nicht platt, wie in den erwachsenen Thieren, sondern rund und größer seyen (l. c. p. 31, Tab. I, Fig. 4, 7). Wir besitzen auch

schon einige neue dankenswerthe Beobachtungen hierüber von Baumgärtner (Beobachtungen über die Nerven und das Blut. Freiburg 1830), Döllinger (Denkschriften der Akad. der Wissenschaften zu München Bd. 7), Prevost und Dumas (Annales des scienc. nat. T. IV. p. 499), welche Beobachter die Hewson'schen Untersuchungen auch an Fischen, Fröschen und Säugethieren im Allgemeinen bestätigen. Am instructivsten ist die Entwicklung der Bläschen bei Fröschen, Salamandern und Eidechsen, worüber jedoch die Beobachtungen von Baumgärtner noch nicht erschöpfend sind. Nach Baumgärtner sind die Blutbläschen beim Frosch zuerst runde schwärzliche aus Dotterkügelchen zusammengesetzte Kugeln, ohne eigene bläschenartige Haut, so daß die Dotterkügelchen selbst sich in eine hautartige Schicht verwandeln. Allmählich verschwanden mehrere Dotterkügelchen, oder verwandelten sich in durchsichtige Substanz, wodurch lichtere Punkte entstanden, bis allmählich nach 10 — 12 Tagen alle Dotterkörner verschwanden und sich ein durchsichtiger Ring um das Kügelchen bildete, womit denn auch die rothe Färbung eintrat, und die Kügelchen platt wurden. Ich fand die kugelrunde Form, die Zusammensetzung aus Dotterkügelchen, die ursprünglich graue Farbe ähnlich, wie es B. angibt. Aber außerdem war von Interesse zu wissen, wie eigentlich der Kern in der Blase und die Blase selbst sich bildet, da B. ursprünglich bloß feste Kugeln ohne eigene Haut beschreibt, und die Entstehung des Kerns nicht angibt. Ich untersuchte die Dottersubstanz beim Grasfrosch-Embryo, noch ehe eine Bewegung der Bläschen sichtbar war. Darin fanden sich schon kugelrunde Haufen von Dotterkügelchen im Aeußern der ersten Form der fließenden Bläschen ähnlich, aber völlig undurchsichtig (Tab. II, Fig. 4, a). Daneben fanden sich sparsam andere, die zur Seite eine deutliche Luftblase eingeschlossen enthielten, und woran schon zu erkennen war, daß die Dotterkügelchen sammt der Blase von einer eigenen Haut eingeschlossen waren, und nicht bloß die äußere Körnerschicht das Ganze zusammenhält (Fig. 4, 6). Die einzelnen Dotterkügelchen sind nicht rund, sondern beinahe würfelig mit abgestumpften Ecken. So wie nun zuerst beim Durchschneiden des Schwanzes Blut ausfließt, erscheint es in Kugelhaufen, die von einer eigenen blasenartigen Haut eingeschlossen in ihrer Mitte eine Luftblase eingeschlossen enthalten, und daher ganz hohl erscheinen, während die Dotterkügelchen bloß

an der innern Wand der Blase ankleben (Tab. II, Fig. 5). Dieß hat Baumgärtner, der sie für feste Kugelhaufen hält, ganz übersehen. Man erkennt dieses ganz unzweifelhaft, wenn man das Mikroskop schief stellt und die Blasen herabrollen läßt, wobei man die an der untern Wand sitzenden Dotterkügelchen durchschimmern sieht. Zuerst sieht man die Dotterkügelchen fast gleichmäßig auf der ganzen innern Wand des Bläschens verbreitet (Fig. 6, b). Bald aber werden einige Dotterkügelchen kleiner, und es entstehen hellere Stellen, durch welche man in die Höhle des Bläschens hineinsieht, und dann folgen ganz leere Stellen, wo die Kügelchen ganz verschwinden, so daß durch die Wand der Dotterkügelchen ein großes Loch entsteht, das nur durch die Bläschenhaut verschlossen ist (Fig. 5, 6, a, a). In diesem Zustand ist die Beobachtung am anziehendsten, weil man die Blasennatur dieser Körper am deutlichsten erkennt. Allmählich wird die eine ganze Hälfte der Bläschenwand von Dotterkügelchen frei, bis auf einzelne größere, die sich nicht selten reihenweise über das ganze Bläschen herüberziehen, so daß die ganze untere Fläche frei durchschimmert (Fig. 5, c). Man muß aber, um alles deutlich zu sehen, die Bläschen immer in rollender Bewegung betrachten. Daher ist die wahre Ansicht auch sehr schwer durch Zeichnung wieder zu geben, weßhalb ich vielerlei Formen abgebildet habe, um alles deutlich zu machen, was man sonst an einem einzigen Bläschen beobachten kann. Zuweilen sieht man, daß die Wand der Dotterkügelchen sich von der innern Fläche des Bläschens ablöst und eine zeitlang zusammengeballt herumrollt, bis sich der Haufen wieder an einer Stelle festsetzt (Fig. 5, b, c). Je mehr nun durch das Schwinden der Dotterkügelchen die lichten Stellen auf der Wand des Bläschens zunehmen, zeichnen sich einige wenige Dotterkügelchen durch ihre Größe vor den übrigen aus, die nur noch als eine feine Körnerschicht hin und wieder erscheinen. In dem Maße, als dieses geschieht, zieht sich eine Seite der Kugel in die Länge, und die Bläschen werden eiförmig, bleiben aber noch immer bauchig und werden nicht platt. Dieß geschieht ungefähr am achten Tage ihrer Bildung (Tab. II, Fig. 7). Nach und nach dehnt sich auch das stumpfe Ende des eiförmigen Bläschens aus, und nun werden sie elliptisch. Sobald dieses geschieht, verschwinden die großen Dotterkügelchen bis auf 1—3, und nur sparsam sieht man noch kleine körnige dazwischen, so daß beinahe die ganzen

die Bläschenhaut selbst ungefärbt und bloß an der Stelle, wo sie den Kern nicht berührt, mit Farbe durchdrungen und davon angeschwollen ist, so daß also die Haut selbst nicht ganz aus Farbstoff gebildet, sondern selbstständig organisirt und nur von Farbstoff imprägnirt ist. Daß diesem in der That so ist, beweis't besonders die Erscheinung des Aufschwellens der Bläschen im Wasser. Hierbei nämlich lös't sich der Farbstoff in Wasser auf und färbt das Wasser roth, die angeschwollenen Bläschen aber bleiben so ungefärbt zurück, daß sie auch in Haufen zusammenliegend nun keine Färbung mehr zeigen. Dieses beobachtete auch Joung (Remarks on blood and Pus in Dr. Joung médical literature. Scudamore über das Blut S. 8). Auch die Betrachtung der farblosen Bläschen der niedern Thiere und der Embryonen der höhern zeigt deutlich, daß der Farbstoff weder mit der Bläschenhülle identisch, noch unzertrennlich mit ihr verbunden ist, sondern daß auch ohne Farbstoff die Bläschen ihre selbstständige Bildung haben. Wo aber die Bläschen gefärbt sind, da werden ihre Wandungen durch Imprägnation mit Farbstoff dicker. Das Bläschen an sich ist von unendlicher Dünnheit, so daß es, wenn es dicht um den Kern anliegt, den Durchmesser desselben kaum vermehrt. Man findet daher die Dicke der platten Bläschen unmerklich von der Dicke der Kerne, die sie mit dem farblosen Theil ihrer Wandung umschließen, verschieden. Ich möchte die Dicke der farblosen Bläschenwand bei Fröschen nur auf 0,00001 Linie höchstens nach dem Frauenhofer'schen Schraubenmikrometer anschlagen. In dem Maße, als die Bläschenhülle stärker mit Farbstoff durchdrungen wird, verdickt sie sich, doch ohne nach außen an Umfang zuzunehmen, sondern durch Aufschwellung nach innen. In dieser Beziehung ist eine auffallende Verschiedenheit der Bläschen bei den verschiedenen Thieren. Am meisten Farbstoff enthalten die Bläschen der Säugethiere und des Menschen, deren Wandungen daher oft so dick sind, daß sie den Kern kaum durchscheinen lassen, weßhalb auch Einige an der Existenz der Kerne hier gezweifelt haben, obgleich sie durch die oben angegebenen Experimente mit Hülfe der Jodine leicht zu erkennen sind. Um allen Farbstoff aus diesen Bläschen aufzulösen, wird daher hier eine größere Menge Wasser (4—5 Theile auf 1 Theil mit Bläschen erfüllten Serums) erfordert, als bei den Amphibien, wo

schon 2—3 Theile hinreichend sind. Am geringsten ist der Farbstoffgehalt der Bläschen unter den Rückenwirbelthieren bei den Fischen, wo sie daher im natürlichen Zustand auch sehr dünnwandig sind, und ihren Farbstoff schon in 1—2 Theilen Wasser sehr leicht auflösen. Setzt man zu einer großen Menge Blut eine geringe Menge Wasser (vielleicht den achten oder den vierten Theil), so scheint dieß von dem Farbstoff absorbirt zu werden, ohne daß sich die Bläschen merklich verändern. Sie schwellen nur ein wenig an. Daher kann auch durch Getränke und Injectionen eine bedeutende Menge Wasser in das Blut gebracht werden, ohne daß die Bläschen zerstört werden. Die Wirkung des Wassers auf die Veränderung der Form der Bläschen bei den höheren Thieren und beim Menschen scheint vorzüglich durch die Auflösung des Farbstoffgehaltes bedingt, daher verändert auch das Wasser die noch ungefärbten Bläschen der Froschembryonen, so wie die der Mollusken und Insecten nicht.

Nicht bei allen Thieren scheint der Farbstoff in den Bläschen zu sitzen. Bei den Blutegeln ist das Plasma des Blutes gleichmäßig gefärbt, was auch schon Wagner (l. c. p. 25) und Wedemeyer (Kreislauf S. 366) bemerkten. Auch bei den Molusken, die gefärbtes Blut haben, scheint der Farbstoff gleichmäßig im Plasma aufgelöst, denn die Bläschen selbst finde ich bei Limax ater, Lymnaeus stagnalis, der Auster und bei Paludina vivipara völlig farblos. Beim Flußkrebs ist das Plasma ebenfalls blaßroth, die Bläschen weiß. Die Bläschen aller Bauchwirbelthiere scheinen daher keinen Farbstoff in der Hülle zu haben. Auch bei Menschen und Säugethieren ist das Plasma nicht absolut farblos, sondern findet sich nach Senkung der Bläschen häufig röthlich oder roth. Vielleicht rührt dieß von dem verschiedenen Salzgehalt oder von der größern oder geringern Menge Wasser her, welche durch Absorption ins Blut gelangt, so daß bei mehr wässerigem Blute sich ein Theil des Farbstoffs der Bläschen im Plasma auflöst.

§. 9.

Von dem Gehalt an Farbstoff rührt die größere specifische Schwere der Blutbläschen her. Sie senken sich daher am leichtesten im Blute der Säugethiere und des Men-

schen, weniger leicht bei Amphibien und Fischen. Bei den Säugethieren und beim Menschen scheinen aber nicht alle Bläschen eine gleiche Menge Farbstoff zu enthalten; denn einige senken sich leichter und schneller im Plasma, während andere sich nicht senken, daher denn bei jedem Blutkuchen der untere Theil eine dunklere Farbe durch die farbstoffreichern Blutbläschen als im obern Theile zeigt. Doch scheint das Senken der Bläschen nicht allein durch ihre Schwere bedingt, sondern auch von dem Zustande des Plasma abzuhängen, daher auch schon Hewson bemerkt, daß zuweilen die Bläschen nach oben steigen und das farblose Plasma sich im untern Theile des Kuchens ansammelt. Obgleich das Blut der Mollusken und Krebse sehr lange auch bei Berührung mit der Luft flüssig bleibt, so konnte ich hier doch nicht ein Senken der Bläschen beobachten; sie blieben vielmehr gleichmäßig vertheilt, und schienen mehr an die Oberfläche zu kommen. Nachdem der Farbstoff aus den Blutbläschen der Säugethiere und des Menschen, so wie der Amphibien durch Wasser aufgelöst ist, werden sie specifisch leichter, und schwimmen alsbald obenauf. Später scheinen sie aber Wasser zu absorbiren und schweben überall im Wasser, sinken aber nicht mehr zu Boden.

Die Untersuchung der Blutbläschen im Wasser, ohne auf die dabei vorgehenden Veränderungen zu achten, hatte Gruithuisen verleitet, beim Menschen und bei Fröschen zweierlei Körper: farblose Blutbläschen und rothe Blutkügelchen anzunehmen, deren gegenseitige Verhältnisse er sogar angibt (Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München 1812, S. 92, 126. Tab. III. Fig. 2—4). Seine Blutbläschen sind die wahren in Wasser aufgeschwollenen Blutbläschen des Hewson. Seine Blutkügelchen hingegen könnte man für die Kerne der Bläschen halten, wenn er sie nicht für roth ausgäbe, die Kerne aber farblos sind. Da er nicht ein Gemenge von Blutbläschen mit Serum, sondern unverändertes Blut mit Wasser mischte, um es zu beobachten, so könnten seine Blutkügelchen auch dem geronnenen Plasma angehören. Burdach (Physiologie als Erfahrungswissenschaft, 4 Bd. Leipzig 1832, S. 22, 25) hat diesen Irrthum fortgepflanzt, und vermuthet, daß von uns jene Bläschen mit den Blutkügelchen verwechselt wären. Inzwischen ist diese Verwechslung allein bei Gruithuisen zu suchen, welcher die Veränderung der Bläschen im Wasser, welche

ihre wahre Bläschennatur freilich am besten zeigen, für eigenthümliche, ursprünglich im Blute so gebildete und von den unveränderten Bläschen, die von Vielen für Kügelchen gehalten werden, verschiedene Körper gehalten hat, was bei einer nähern Kenntniß der Schriften von Hewson leicht hätte vermieden werden können.

6. Wirkung chemischer Reagentien auf die Bläschenhüllen und den Farbstoff.

§. 10.

Es ist bereits erwähnt, daß durch concentrirte Salzauflösungen die frischen Bläschen sich runzeln und die im Wasser aufgeschwollenen zusammenfallen. Hierbei bleibt der Farbstoff fest mit den Bläschen verbunden, und wenn schon ein Theil davon im Wasser aufgelöst war, wird die weitere Auflösung durch zugesetzte Neutralsalze verhindert. Der Grund der Unauflöslichkeit des Farbstoffs der Bläschen im frischen Blut und im Serum liegt nur in dem Salzgehalte dieser Flüssigkeiten nach Hewson, nicht in dem Eiweißgehalte des Serums. Eiweißauflösung ohne Salz verhindert die Lösung nicht, sondern löst den Farbstoff auf wie Wasser. Inzwischen zeigen Salzauflösungen von verschiedener Concentration ganz verschiedene Wirkungen. Eine Solution in weniger als 6 Theilen Wasser bewirkt gewöhnlich ein Zusammenfallen, das jedoch stärker ist, wenn die Solution concentrirter war. Eine Auflösung von 6—10 Theilen Wasser verändert die Form der Bläschen nicht, macht aber ihre Röthung heller und die Durchsichtigkeit größer. Ist das Salz in mehr als 10 Theilen Wasser gelöst, so wird der Farbstoff der Bläschen dadurch gelöst und die Bläschen schwellen an und zwar in dem Maße stärker, als die Solution verdünnter war. Auch concentrirte Solutionen von kohlensaurem Kali und Ammonium schrumpfen die Bläschen ein, verdünnte lösen sie auf, wie das Wasser. Doch bemerkt schon Hewson, daß die Stärke der Solution, bei welcher die Bläschen ganz unverändert blieben, schwer zu finden sey.

Hewson sagt schon, daß die mit vielem Wasser verdünnte Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Essig- und Phosphorsäure die Bläschen aufschwelle und auflöse, wie Wasser, aber um so weniger, je weniger sie verdünnt seyen. Diese und ähnliche Beobachtungen von Hewson über die Wirkung der Reagentien auf

die Bläschen hatte auch schon Magni (Nuove osservazioni microscopiche sopra le molecna rassie del sangue. Milano 1776, 8) wiederholt und bestätigt. Hewson scheint concentrirte Säuren nicht angewandt zu haben. Ich finde, daß die concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure die Bläschen nicht auflösen, sondern ein wenig zusammenziehen und auf der Fläche, nicht den Rand, runzeln und die Farbe blasser machen, sonst aber die Gestalt nicht sehr verändern. Die Schwefelsäure macht sie platter, so daß sie fast lamellenförmig aussehen, ändert den Rand weniger, die Salpetersäure zieht mehr den Rand ziemlich gleichförmig zusammen, so daß sich das Bläschen dicht um den Kern legt. In diesem Zustande bleiben sie dann unverändert auch nach dem Zusatz einer großen Menge Wasser, so daß sie ganz unauflöslich sind. Concentrirte Salzsäure lös't die ganzen Bläschen sammt dem Kerne zu einer sulzigen, röthlichen Masse auf. Reine Essigsäure lös't schnell die ganzen Bläschenhüllen, ohne ihre Formen zuvor zu verändern, auf, was schon J. Müller fand, aber dabei färben sich dann die zurückbleibenden Kerne roth, so daß sie einen Theil des Färbestoffs aufzunehmen scheinen, was bei Vermengung mit Wasser nicht geschieht. Aetzammonium lös't fast, wie die concentrirte Salzsäure, die ganzen Bläschen sammt den Kernen zu einer kirschrothen, sulzigen Masse auf. Aetzkalihydrat lös'te die Bläschen in den Versuchen, die ich anstellte, nicht auf, sondern schrumpfte sie bloß ein, und zog einige beinahe dicht um den Kern zusammen. Weingeist schrumpft sie zusammen, aber durch später zugesetztes Wasser schwellen sie wieder auf, und der Farbstoff lös't sich.

Nach Hewson erhalten die Bläschen im Urin ihre Gestalt wie im Serum; ist er aber sehr wässerig, so wird seine Wirkung dem Wasser ähnlich. Ich finde ebenfalls, daß man sich des Urins sehr gut anstatt des Serums zur Untersuchung der normalen Form der Bläschen bedienen kann.

Oben ist der Beobachtung Hewsons erwähnt, daß im faulenden Blute die Bläschen platzen, so wie auch die frischen Bläschen, wenn sie im faulenden Serum untersucht werden. Dabei zerspringen sie zuweilen in kleinere Stücke, aber nicht in eine regelmäßig bestimmte Zahl (7), wie de la Torre glaubte, der sie daher als gegliederte Ringe darstellt. Hewson bezieht darauf die Beobachtungen von Leeuwenhoek, nach welchem jedes Bläschen aus

sechs kleineren bestehen sollte; indessen scheint diese Idee mehr von den Beobachtungen der körnigen Bläschen der Krebse und Heuschrecken entnommen zu seyn.

7. Wirkung der Gasarten.

§. 11.

In erstickenden Gasarten ändert sich zwar die Form der Bläschen nicht bedeutend, aber wohl der Farbstoff. Ich ließ Salamander in reinem kohlensaurem Gas ersticken, und fand bei Untersuchung der Blutbläschen, daß ihre Färbung im Ganzen merklich dunkler, besonders aber an einzelnen Stellen stark hervortretend war, so daß sie beim ersten Anblick ein buntscheckiges Ansehen hatten. Die dunkleren Stellen bildeten bald bandartige Streifen über die Mitte und die Enden der Bläschen, bald sternförmige Ausstrahlungen von den Enden oder den Seiten des Kernes aus nach dem Umfange hin, und gaben den Bläschen ein sehr zierliches Ansehen. Dabei erscheinen die Bläschen etwas aufgeschwollen, weniger platt; aber sie werden nicht größer. Doch zeigen nicht alle Bläschen diese Veränderungen, nur sehr viele, so daß ihre Menge mit dem Grade der dunkleren Färbung des Blutes im Ganzen in geradem Verhältnisse steht. Aehnliche Veränderungen beobachtete ich auch nach dem Ersticken derselben Thiere in Wasserstoffgas. Auch die im faulenden Wasser gestorbenen Salamander zeigen solche Bläschen. Durch Schütteln des Bluts mit Kohlensäure erzeugt man ähnliche Erscheinungen. Nimmt man Säugethierblut, so erscheint die Farbenhülle dunkler und dicker, was durch den stärkern Rand merklich wird, auch erscheinen sie mehr aufgeschwollen, bauchig, weniger platt. Schüttelt man Salamanderblut mit Sauerstoffgas, so werden die Bläschen durchsichtiger und gleichförmig heller. Bei Säugethierblut, das mit Sauerstoffgas geschüttelt wurde, fand ich bloß die Farbenhülle heller und dünner, den Kern mehr hervortretend, den Farbenrand, welcher die Dicke der Bläschenhülle bezeichnet, ganz schmal. Poli (Testacea utr. Siciliae p. 46) beobachtete schon, daß bei Muscheln, während sie außer Wasser unvollkommen athmeten und hungerten, die Bläschen mißfarbig wurden und zusammenfielen, aber bei erhöhter Respiration in frischem Wasser wieder aufschwollen und sich heller färbten. Diese Erscheinungen sind also vollkommen übereinstimmend mit den Wirkungen der genannten Gasarten auf

das Blut, wie man sie im Ganzen betrachtet kennt. Da die Bläschenwand in Kohlensäure und Wasserstoffgas dicker, in Sauerstoffgas dünner wird, so scheint dieß im ersten Falle zugleich eine Vermehrung, im letztern Fall eine Verminderung der Farbstoffmasse anzudeuten, womit der größere Gehalt des Venenbluts an Farbstoff übereinstimmt. Da in den Bläschen der Frösche die Hülle durch Kohlensäure sich nur stellenweise dunkler färbt und undurchsichtiger wird, so scheint hier die Vermehrung des Farbstoffs nicht gleichförmig in der ganzen Bläschenwand zu geschehen. Diese Veränderungen, wenn sie sich in jedem einzelnen Bläschen auch nur unmerklich zeigen, müssen doch in der ganzen Blutmasse durch die ungeheure Zahl der Bläschen natürlich sehr stark hervortreten.

8. Menge der Bläschen im Blute.

§. 12.

In dem Blute solcher Thiere und des Menschen, wo sich die Bläschen im eingeschlossenen und vor der Luft verwahrten Blute sehr leicht senken, nehmen sie nach beendeter Senkung, wenn diese vollständig geschah, nur ein Drittheil, oder doch selten mehr als die Hälfte des ganzen Blutvolumens ein, das darüberstehende farblose Plasma nimmt zwei Drittheile oder die andere Hälfte ein. Nun kann man aber wohl annehmen, daß zwischen den gesenkten Bläschen, weil sie wegen ihrer gerundeten Umrisse nicht überall dicht aneinander schließen und sie auch außerdem nicht gepreßt, sondern nur locker auf einander liegen, wenigstens noch ihr gleiches Volumen an Plasma befindlich ist. J. Müller hat, um die Bläschen abzusondern, das Blut filtrirt, was bei Fröschen und Salamandern, wo sie sehr groß sind, gelingt (Physiolog. 1, S. 106, 129); allein da das Blut früher gerinnt, als alles Plasma abfiltrirt ist, so gewinnt man auch auf diese Weise die Bläschen nicht von allem Plasma befreit; im Gegentheil enthält der rothe Bodensatz nach völligem Senken der Bläschen ohne Filtrum weniger Plasma, als beim Filtriren auf dem Filtrirpapier mit den Bläschen verbunden bleibt. Nach obiger Schätzung würden die Bläschen ein Viertheil und das Plasma drei Viertheile des ganzen Blutvolumens ausmachen. Offenbar ist dieses Verhältniß bei Fischen und Amphibien schon ein ganz anderes, so daß die Menge des Plasma viel größer, die der Bläschen nicht bloß der Zahl, sondern auch dem ganzen

Volumen nach viel geringer ist. Dieß war auch schon die Ansicht von Leeuwenhoek, der die Bläschenmenge nach mikroskopischen Beobachtungen des strömenden Bluts in durchsichtigen Organen schätzte. Mir scheint es, als ob im Blute der winterschlafenden Frösche weit weniger Bläschen als während des Sommers bei diesen Thieren gefunden werden. Auch bei Fischen sind sie in verhältnißmäßig geringer Menge, denn man sieht oft ziemliche Strecken von Blutströmen bloß Plasma führen. Daß bei den Schnecken nur wenige Bläschen gefunden werden, bemerkte schon Lister (de cochleis p. 45). Carus fand gegen 30 Bläschen in ¼ Gran Blut der Weinbergsschnecke (Lebensbedingungen der weißblütigen Thiere S. 80). Inzwischen sind nach R. Wagner bei den Cephalopoden die Blutbläschen häufiger, als bei den übrigen wirbellosen Thieren, aber doch in geringerer Menge als bei Schildkröten (l. c. p. 19). Unter den Würmern fand Wagner bei Terebella das Blut eben so reich an Bläschen, als das der Schildkröte, in geringerer Menge waren die Bläschen bei Nereis und wenig zahlreich bei Aphrodite (l. c. p. 23, 25). Nach Carus sind die Bläschen im Krebsblute doppelt oder dreifach so zahlreich, als bei der Weinbergsschnecke, doch finde ich das Verhältniß derselben zum Plasma in Vergleich mit den Amphibien und Fischen sehr gering, und im Allgemeinen wird man bei den Bauchwirbelthieren die Blutbläschenmenge doch höchstens auf den vierzigsten oder fünfzigsten Theil des Plasma, also auf mehr denn zehnmal weniger als bei den Säugethieren anschlagen können. Bei einem Eingeweidewurm (Diplozoon paradoxum) fand A. v. Nordmann wasserhelles Blut ohne Bläschen (Mikrog. Beit. I, S. 75).

9. Entwicklung der Bläschen in Embryonen der Frösche, des Hühnchens und der Fische.

§. 13.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte der Bläschen gibt über ihre wahre Natur vielleicht den sichersten Aufschluß, weßhalb ich meine neuen Beobachtungen hierüber durch genaue Abbildungen erläutern werde. Hewson fand schon, daß im Embryo der Viper und im bebrüteten Hühnchen vor dem sechsten Tage die Blutbläschen nicht platt, wie in den erwachsenen Thieren, sondern rund und größer seyen (l. c. p. 31, Tab. I, Fig. 4, 7). Wir besitzen auch

schon einige neue dankenswerthe Beobachtungen hierüber von Baumgärtner (Beobachtungen über die Nerven und das Blut. Freiburg 1830), Döllinger (Denkschriften der Akad. der Wissenschaften zu München Bd. 7), Prevost und Dumas (Annales des scienc. nat. T. IV. p. 499), welche Beobachter die Hewson'schen Untersuchungen auch an Fischen, Fröschen und Säugethieren im Allgemeinen bestätigen. Am instructivsten ist die Entwicklung der Bläschen bei Fröschen, Salamandern und Eidechsen, worüber jedoch die Beobachtungen von Baumgärtner noch nicht erschöpfend sind. Nach Baumgärtner sind die Blutbläschen beim Frosch zuerst runde schwärzliche aus Dotterkügelchen zusammengesetzte Kugeln, ohne eigene bläschenartige Haut, so daß die Dotterkügelchen selbst sich in eine hautartige Schicht verwandeln. Allmählich verschwanden mehrere Dotterkügelchen, oder verwandelten sich in durchsichtige Substanz, wodurch lichtere Punkte entstanden, bis allmählich nach 10 — 12 Tagen alle Dotterkörner verschwanden und sich ein durchsichtiger Ring um das Kügelchen bildete, womit denn auch die rothe Färbung eintrat, und die Kügelchen platt wurden. Ich fand die kugelrunde Form, die Zusammensetzung aus Dotterkügelchen, die ursprünglich graue Farbe ähnlich, wie es B. angibt. Aber außerdem war von Interesse zu wissen, wie eigentlich der Kern in der Blase und die Blase selbst sich bildet, da B. ursprünglich bloß feste Kugeln ohne eigene Haut beschreibt, und die Entstehung des Kerns nicht angibt. Ich untersuchte die Dottersubstanz beim Grasfrosch-Embryo, noch ehe eine Bewegung der Bläschen sichtbar war. Darin fanden sich schon kugelrunde Haufen von Dotterkügelchen im Aeußern der ersten Form der fließenden Bläschen ähnlich, aber völlig undurchsichtig (Tab. II, Fig. 4, a). Daneben fanden sich sparsam andere, die zur Seite eine deutliche Luftblase eingeschlossen enthielten, und woran schon zu erkennen war, daß die Dotterkügelchen sammt der Blase von einer eigenen Haut eingeschlossen waren, und nicht bloß die äußere Körnerschicht das Ganze zusammenhält (Fig. 4, 6). Die einzelnen Dotterkügelchen sind nicht rund, sondern beinahe würfelig mit abgestumpften Ecken. So wie nun zuerst beim Durchschneiden des Schwanzes Blut ausfließt, erscheint es in Kugelhaufen, die von einer eigenen blasenartigen Haut eingeschlossen in ihrer Mitte eine Luftblase eingeschlossen enthalten, und daher ganz hohl erscheinen, während die Dotterkügelchen bloß

an der innern Wand der Blase ankleben (Tab. II, Fig. 5). Dieß hat Baumgärtner, der sie für feste Kugelhaufen hält, ganz übersehen. Man erkennt dieses ganz unzweifelhaft, wenn man das Mikroskop schief stellt und die Blasen herabrollen läßt, wobei man die an der untern Wand sitzenden Dotterkügelchen durchschimmern sieht. Zuerst sieht man die Dotterkügelchen fast gleichmäßig auf der ganzen innern Wand des Bläschens verbreitet (Fig. 6, b). Bald aber werden einige Dotterkügelchen kleiner, und es entstehen hellere Stellen, durch welche man in die Höhle des Bläschens hineinsieht, und dann folgen ganz leere Stellen, wo die Kügelchen ganz verschwinden, so daß durch die Wand der Dotterkügelchen ein großes Loch entsteht, das nur durch die Bläschenhaut verschlossen ist (Fig. 5, 6, a, a). In diesem Zustand ist die Beobachtung am anziehendsten, weil man die Blasennatur dieser Körper am deutlichsten erkennt. Allmählich wird die eine ganze Hälfte der Bläschenwand von Dotterkügelchen frei, bis auf einzelne größere, die sich nicht selten reihenweise über das ganze Bläschen herüberziehen, so daß die ganze untere Fläche frei durchschimmert (Fig. 5, c). Man muß aber, um alles deutlich zu sehen, die Bläschen immer in rollender Bewegung betrachten. Daher ist die wahre Ansicht auch sehr schwer durch Zeichnung wieder zu geben, weßhalb ich vielerlei Formen abgebildet habe, um alles deutlich zu machen, was man sonst an einem einzigen Bläschen beobachten kann. Zuweilen sieht man, daß die Wand der Dotterkügelchen sich von der innern Fläche des Bläschens ablöst und eine zeitlang zusammengeballt herumrollt, bis sich der Haufen wieder an einer Stelle festsetzt (Fig. 5, b, c). Je mehr nun durch das Schwinden der Dotterkügelchen die lichten Stellen auf der Wand des Bläschens zunehmen, zeichnen sich einige wenige Dotterkügelchen durch ihre Größe vor den übrigen aus, die nur noch als eine feine Körnerschicht hin und wieder erscheinen. In dem Maße, als dieses geschieht, zieht sich eine Seite der Kugel in die Länge, und die Bläschen werden eiförmig, bleiben aber noch immer bauchig und werden nicht platt. Dieß geschieht ungefähr am achten Tage ihrer Bildung (Tab. II, Fig. 7). Nach und nach dehnt sich auch das stumpfe Ende des eiförmigen Bläschens aus, und nun werden sie elliptisch. Sobald dieses geschieht, verschwinden die großen Dotterkügelchen bis auf 1—3, und nur sparsam sieht man noch kleine körnige dazwischen, so daß beinahe die ganzen

Bläschen durchsichtig sind. Immer sind sie noch bauchig, nicht platt (Fig. 8). Ursprünglich sind die Bläschen $^1/_{30}$—$^1/_{50}$ Linie groß. Sie verkleinern sich allmählich, so daß die völlig elliptischen nur $^1/_{90}$— $^1/_{100}$ Linie im längsten Durchmesser haben. In allen diesen Zuständen sind sie noch grauweiß und werden vom Wasser in ihrer Gestalt nicht verändert. Am merkwürdigsten ist nun die Ausbildung der platten Form. Sie beginnt schon, wenn noch 2—3 größere Dotterkügelchen im Innern übrig sind. Zuweilen legen sich die Spitzen der Ellipsen oder eine von ihnen zuerst blattförmig zusammen (Fig. 9, a, b); zuweilen bleiben die Spitzen stumpf, und es bildet sich zuerst ein schneidender Seitenrand in der Länge der Ellipse (Fig. 9, c), in der Mehrzahl der Fälle legt sich die Blase der ganzen Ausdehnung nach blattförmig zusammen, was aber nicht ohne sonderbare Windungen und Faltungen geschieht. Man sieht einige, deren Blatt sich schraubenförmig dreht (d), weil die blattartige Faltung nicht in derselben Ebene, sondern in kreuzender Richtung geschah; in andern Fällen legt sich zuerst eine Seite blattartig ein, die andere bleibt gewölbt, und weil nun die erstere sich gegen die letztere verkürzt, so beugt sich eine, oft beide Spitzen hakenförmig gegen die platte Fläche um (e), bis sich am Ende alle diese Uebergangsformen ausgleichen und in die gleichförmig platte elliptische Form sich umändern, in welcher sie den ausgebildeten Bläschen ähnlich sehen (f). Die einfachen Kerne bilden sich auf folgende Weise. Immer haben die plattwerdenden Bläschen noch anfangs zwei und mehrere größere Dotterkörnchen, zuweilen noch ganze Haufen kleinere. Aus diesen bilden sich die Kerne entweder, indem mehrere kleine in einen größeren körnigen Kern zusammenschmelzen, oder indem einer von den größeren allein übrig bleibt und die kleineren nach und nach schwinden. Sehr häufig findet man noch in vollkommen gebildeten Blutbläschen zwei Kerne, was mir sogar bei ziemlich großen Fröschen vorgekommen ist. Die einfachen Kerne, welche aus mehreren größeren Dotterkügelchen zusammengeschmolzen sind, haben anfangs eine rundlich dreiseitige oder höckerige Gestalt, welche erst später in die elliptisch runde übergeht. Mehrere dieser Uebergangsformen findet man in Fig. 9 dargestellt.

Während nun die kleineren Dotterkörnchen auf der innern Wand des Bläschens schwinden und aus den übrigbleibenden sich der Kern bildet, fängt an, die Färbung sich zu entwickeln. So

lange noch Theile von Dotterkügelchen auf der innern Wand der Blase zerstreut liegen, enthält das Bläschen noch keinen Farbstoff. Der Farbstoff bildet sich, wie es scheint, auf der innern Wand des Bläschens zuerst in stern= oder strahlenförmigen Streifen, die entweder vom Kern aus gegen den Rand hin, oder vom Rand aus gegen die Mitte zu laufen (Fig. 9, f). So wie er sich bildet, zeigt sich auch die Wirkung des Wassers auf die Formveränderung der Bläschen. Mit dem Verschwinden der Kiemen ist die Bläschenbildung beendet. Ganz diesem ähnlich ist auch die Bildung der Blutbläschen in den Embryonen der Salamander, der Eidechsen und Schlangen, deren Darstellung bei Baumgärtner hiernach zu ergänzen ist.

§. 14.

Bei Vögeln und Fischen ist die Bildung der Blutbläschen im Embryo anders. Anstatt sich bei den Amphibien Haufen von Dotterkörnchen zusammenballen und in eine Blase einschließen, bilden sich hier um die einzelnen Dotterkügelchen die Bläschen.

Im bebrüteten Hühnchen sieht man zuerst ganz kugelrunde durchscheinende nicht gekörnte gelbe Dotterkügelchen, vom Ansehen feiner Oeltröpfchen, die sich bald mit einer feinen Haut umgeben, welche als ein heller Ring um das Kügelchen erscheint. So wie dieses geschieht, wird das Dotterkügelchen feinkörnig auf der Oberfläche und verliert die gelbe Farbe, die durch eine weiße ersetzt wird. Bald erweitert sich das Bläschen um die Kugel und diese bildet deutlich den spätern Kern. Nun spitzt sich zuerst das Bläschen an einem, dann an dem andern Ende zu, so daß einige birnförmig, andere elliptisch aussehen, und dann legt sich das Bläschen flach zusammen, und bildet seine rothe Farbe aus. Die Blutbildung im Hühnchen wird aber nicht so gleichzeitig beendet, als bei Fröschen, sondern dauert lange Zeit fort, so daß man auch in spätern Entwicklungsperioden in dem Blut alle Stufen der Entwicklung der Bläschen gleichzeitig nebeneinander sehen kann, insbesondere in den gelben Dottergefäßen (Tab. II, Fig. 1). Das Wasser bringt in den Bläschen schon die Aufschwellung sogleich nach der Zuspitzung der Enden hervor (Fig. 2), und die Kerne zuweilen noch von dottergelber Farbe wälzen sich im Innern herum. Die Fettkügelchen des Dotters metamorphosiren sich also auch hier

in die Kerne der Bläschen; die Kerne sind das Ursprüngliche in der Bildung, die Bläschen entstehen später.

Im Wesentlichen ist die Entwicklung der Blutbläschen der Fische ganz der beim Hühnchen ähnlich. Nach Baumgärtner würden sich bei der Forelle die gelben Dotterkügelchen in Scheiben oder Linsen verwandeln und sich späterhin in derselben erst ein Kern bilden (l. c. p. 21). Hingegen finde ich bei Perca fluviatilis und Cyprinus erythrophthalmus, daß vielmehr die Kerne das Ursprüngliche sind, in welche sich die Dotterkügelchen umbilden, und daß die linsenförmigen Bläschen später um diese erst entstehen. Bei der Plötze sieht man zuerst Dotterkügelchen, wie sie ruhend überall in der Dottermasse verbreitet sind, mit dem Plasma fortfließen. Sie sehen vom Anfang an etwas trübe, nicht durchsichtig aus, sind auch nicht völlig kugelig, dagegen gleichen sie beim Barsch völlig kleinen durchsichtigen Oelkügelchen (Tab. III, Fig. 4, a). Um dieses bildet sich dann ein Bläschen, welches zuerst an einem, dann an beiden Enden über den Rand des Kügelchens vorsteht, aber in der Mitte noch dicht anliegt (b); dann entfernt es sich auch in der Mitte, und das Dotterkügelchen liegt nun frei in dem Bläschen (c). So wie das Bläschen an den Enden vorsteht, wird die Form elliptisch, und die Farbe beginnt sich zu bilden, erst wenn sich auch die Seiten von dem Kern entfernen, wird sie platt. In diesem Zustande schwellen sie wie beim ausgebildeten Fisch im Wasser auf (d), und die Kerne rollen sich im Innern, sobald der Farbstoff gelöst ist. Die Farbenentwicklung in den Bläschen der Plötze scheint zum Theil durch das Licht bedingt. Ich bewahrte im Frühling 1832 den Laich der Plötze in einem finsteren Keller auf. Die entwickelten Jungen zeigten hier noch beinahe acht Tage nach dem Ausschlüpfen farbloses Blut und weiße Bläschen. Daß die Bildung des Bluts im Embryo der Säugethiere und des Menschen im Wesentlichen auf dieselbe Weise wie beim Vogel geschehe, scheint durch die Beobachtung von Baer, daß im Ei der Hunde das Blut in der Area vasculosa früher sich zeige, als eine Verbindung des Eies mit dem Uterus da ist, hervorzugehen (de ovi mammalium genesi). Diese Thatsache habe ich selbst an dem 18 Tage alten Ei einer Hündin und an dem 8 Tage alten eines Kaninchens bestätigt gesehen, und zweifle nicht daran, daß hier die Blutbildung aus

dem Inhalte der Nabelblase (oder vielmehr Nabelsack vor der Abschnürung des Embryo) ebenso wie beim Vogel aus dem Dotter geschehe.

10. Entwicklung der Bläschen in der Thierreihe.

§. 15.

Die Bildung der Blutbläschen bei den Bauchwirbelthieren gleicht im Allgemeinen ihrer Bildung in den Embryonen der Rückenwirbelthiere, so daß also diese Entwicklung in der Thierreihe sich gerade so wie in der Entwicklung der Individuen höherer Classen verhält. Insbesondere sind es die Amphibien, deren Embryonenblutbläschen den Bläschen der Bauchwirbelthiere gleichen. Die Bläschen dieser Thierclassen haben keine einfachen Kerne, wie die der Bläschen entwickelter Wirbelthiere. Es sind im Allgemeinen einfache, hohle Blasen. Allein die Haut derselben ist nicht oder nicht immer gleichförmig durchsichtig, sondern zeigt sich auf verschiedene Weise gekörnt oder getüpfelt. Untersucht man die Bläschen der Auster (Tab. II, Fig. 10), so überzeugt man sich bald, indem man die Bläschen in eine rollende Bewegung versetzt, daß das körnige Ansehen nicht in der Bläschenwand selbst sitzt, sondern daß die innere Fläche des Bläschens mit einer Wand von Kügelchen überzogen ist, ähnlich wie ich es in den Bläschen der Froschembryonen beschrieben habe. Das Innere des Bläschens ist völlig hohl. Man findet auch einzelne größere und kleinere Stellen der Bläschenhaut von Körnchen frei, so daß man wie durch eine Oeffnung ins Innere durchsehen kann. Andere sind, wo die Körnchen ganz zu fehlen scheinen. Aehnlich ist die Bildung bei Paludina vivipara. Im Embryo erscheinen durchsichtige Dotterbläschen (Tab. II, Fig. 13). Indem sich nun um diese Bläschen bilden, schwindet die Substanz des Dotterkügelchens ganz, und es entstehen Körnchen auf der innern Wand des Bläschens, größer als bei der Auster, ähnlich den Bläschen der Froschembryonen in den späteren Stadien der Entwicklung (Tab. II, Fig. 1). Anstatt nun aber die Körnchen in den Bläschen der Froschembryonen sich in Kerne umbilden, bleibt bei der Schnecke die Bildung auf dieser Stufe stehen. Eine ähnliche Bildung finde ich beim Regenwurm (Tab. II, Fig. 11). An den rollenden Bläschen sieht man auch hier, daß ein körniger Ueberzug die innere Wand des hohlen Bläschens erfüllt, der nur gleichförmiger und

feinkörniger als bei Paludina ist, aber auch leere Stellen übrig läßt, zwischen welche man ins Innere der Höhle sehen kann. Beim Flußkrebs ist die erste Bildung der Bläschen von den spätern Stadien ihrer Bildung beim Frosch kaum zu unterscheiden. Auch im Blute der entwickelten Krebse ist meistens die ganze innere Wand der Bläschen mit Dotterkörnchen überzogen. Einige finden sich aber darunter, wo die Körnchen sich an einer Stelle zusammenhäufen, während die ganze übrige Bläschenwand frei ist. Dieß gibt das Ansehen eines Kerns, welcher aber aus einem Haufen von Körnchen besteht, und an einer Stelle der Seitenwand festsitzt. Die Bläschen des Krebsblutes erscheinen auch in Haufen beisammenliegend immer durchsichtig weiß. Die röthliche Farbe des Krebsblutes sitzt im Plasma selbst. Bei den Lernäen beschreibt A. v. Nordmann dreierlei Formen von Blutkügelchen (Bläschen?). Die eine ist rund, klein, fast durchsichtig. Die andere viermal so groß, dunkler, von blasiger Textur, die dritte unregelmäßig rundlich (mikrograph. Beiträge, 2 Thl. S. 73.) Interessant sind die Beobachtungen von Wagner über die großen, platten Bläschen bei einer Terebella (l. c. p. 23). Sie zeigten durch die Wand im Innern zerstreute Körnchen, unter denen bei den größeren Bläschen ein größeres, ähnlich einem Kerne, sich auszeichnete. Diese Bildung scheint genau dem vorletzten Stadium der Entwicklung der Bläschen im Froschembryo vergleichbar. Auch die Bläschen bei Ascidia mamillaris, Asterias aurantiaca und dem Scorpion scheinen nach den Beobachtungen von Wagner diesen Bildungen zu entsprechen, obgleich aus den Beobachtungen nicht hervorgeht, daß die Körnchen derselben der innern Wand der Blase angeheftet waren.

So lange die Bläschenhaut dieser körnigen Bläschen sehr zart ist, kann bei einer Verletzung derselben der körnige Inhalt leicht entleert werden und die Vorstellung der Zusammensetzung aus kleineren Kügelchen geben. In der That scheint Leeuwenhoek seine Idee von der Zusammensetzung der Blutkügelchen aus mehreren kleineren, aus Beobachtungen der körnigen Bläschen der Krebse und Heuschrecken entlehnt, und nur durch eine falsche Analogie auch auf die höhern Thiere übertragen zu haben (Cont. arc. nat. p. 128, 218, 221. Epist. physiol. p. 11. Exp. et cont. p. 10, 11). Die grünen Bläschen im Blute von Bombyx Vinula, Sphinx Atropos, S. Euphorbiae, was schon Rengger (thierische Haushaltung der

Insecten S. 28) beobachtete, auch bei der Kiefernraupe (B. Pini) sind auf der innern Wand ziemlich gleichförmig mit Dotterkügelchen bekleidet, und können eben so die Vorstellung von der Zusammensetzung aus kleineren Kügelchen geben. In den Raupen, und wahrscheinlich in der Entwicklung aller Bauchwirbelthiere, scheinen jedoch die Bläschen auch noch gewisse Bildungsstufen zu durchlaufen, indem die ursprünglichen Dotterkügelchen sich der Zahl und Größe nach allmählich vermindern. Ich finde, daß die grüne Farbe der ersten Blutbläschen bei den Raupen der Nachtfalter, namentlich bei Bombyx Pini, nicht die Farbe der Bläschen ist, sondern von den Dotterkügelchen herrührt, die hier grün sind. Daher geht auch die Farbe der Bläschen bei entwickelten Raupen in eine gelbe und ganz weiße über, in dem Maße, als die Dotterkügelchen schwinden. Auch bei Fröschen und im Hühnchen hat das erste Blut die Farbe des Dotters. Im Allgemeinen scheinen die Bläschen der Bauchwirbelthiere darin den Bläschen der Embryonen der Frösche zu gleichen, daß die Bläschenhülle noch keinen Farbstoff enthält, sondern ganz farblos ist, und die Bläschen ihre etwaige Farbe ihrem Inhalte verdanken.

11. Entwicklung der Bläschen aus den Chyluskügelchen bei der Verdauung.

§. 16.

Leeuwenhoek (Experim. et contempl. Ep. 56, p. 12) beobachtete zuerst, daß in der Lymphe und dem Milchsafte Kügelchen zu sehen wären. Hewson fand sie dann beim Menschen, den Säugethieren, den Vögeln und Amphibien, wenn die Lymphe wie das Blut mit Serum verdünnt untersucht wurde, und beobachtete, daß die Kügelchen der Lymphe mit den Kernen der Blutbläschen desselben Thieres, von dem die Lymphe genommen sey, eine übereinstimmende Form hätten. So fanden sich bei Säugethieren mit runden Bläschen auch runde Lymphkügelchen, bei Vögeln seyen die Lymphkügelchen wie die Blutbläschen oblong (Rubrar. sang. part. descr. p. 55, 103). In der Lymphe aus den Lymphdrüsen finden sich nur einfache Lymphkügelchen, in den Lymphgefäßen hingegen, welche aus den Drüsen entspringen, auch zugleich wenige mit farbigen Blasen umgebene, also wirkliche Blutbläschen nach Hewson, so daß er glaubte, daß die Bläschen von der inneren Haut der

Lymphgefäße abgesondert würden, oder doch das Lymphgefäß eine plastische Kraft seinem Inhalte mittheilen könne, so daß nicht nur die Bläschen gebildet, sondern auch mit rother Farbe begabt werden könnten (l. c. p. 99). Aehnliche Lymphkörnchen, wie in den Lymphdrüsen fand Hewson auch in der Flüssigkeit der Thymus und in den Lymphgefäßen, die aus der Thymus entspringen (l. c. p. 65, 67); daraus folge nun, daß die Thymus eben so wie die Lymphdrüsen zur Bereitung der Lymphkügelchen diene. Der größere Theil der in den Lymphgefäßen noch nicht mit Bläschen umgebenen Chyluskügelchen, sowohl aus der Thymus als aus den Lymphdrüsen, werde nun unverändert dem Blute mit der Lymphe durch den Milchbrustgang zugemischt (l. c. p. 55, 69, 107), daher denn auch im Blute selbst diese einfachen Lymphkügelchen ohne Bläschen zwischen den Blutbläschen gefunden würden. Ferner beobachtete Hewson, daß wenn man die Gefäße der Milz unterbinde, sich in den Lymphgefäßen derselben nicht weiße Lymphe, sondern eine dunkelrothe Flüssigkeit wie Rothwein ansammle, welche bei mikroskopischer Beobachtung eine große Menge völlig gebildeter rother Blutbläschen zeige (l. c. p. 90). Dagegen aber zeige das Milzvenenblut nicht mehr, wie das übrige Blut, einfache Lymphkügelchen, sondern diese seyen hier verschwunden (l. c. p. 109). Daher sey es denn wahrscheinlich, daß die mit dem Blute der Milz zugeführten Lymphkügelchen hier in Blutbläschen umgebildet würden und die wesentliche Function der Milz hierauf beruhe (l. c. p. 108, 110). Es würden also sowohl durch die Lymphgefäße als durch die Milz Blutbläschen aus den Lymphkügelchen gebildet, und die Milz habe in den Lymphgefäßen noch ein Hülfsorgan zu diesem Zweck erhalten, damit die Blutbildung vollkommner ausgeführt werde (l. c. p. 104). Nach Hewson würden also die Lymphkügelchen von den Lymphdrüsen und der Thymus, die Bläschen, um dieselben in Blutbläschen umzubilden, von den Lymphgefäßen und der Milz gebildet. Bei den Schildkröten, wo keine Lymphdrüsen vorhanden sind, würde nach Hewson deren Function von den feinsten netzförmigen Verzweigungen der Lymphgefäße ersetzt. Obgleich diese Hewson'sche Theorie der Blutbläschenbildung weder völlig genügend noch überall auf richtigen Voraussetzungen begründet ist, so verdient sie doch als erster Versuch um so mehr gekannt zu seyn, als bisher die Kenntniß der Blutbildung überhaupt sehr unvollkommen

war, und über die Hewson'sche Ansicht überhaupt die größten Mißverständnisse geherrscht haben, während doch eine weitere Erforschung des Gegenstandes von hier ausgehen muß. Es kommen hierbei vorzüglich zwei Fragen in Betracht: 1) Welches ist der Ursprung der Lymphkügelchen? 2) Welches Verhältniß haben sie zur Bildung der Kerne in den Blutbläschen?

§. 17.

Daß die Lymphkörnchen nur allein in den Lymphdrüsen und der Thymus durch Absonderung gebildet werden, hat Hewson selbst eigentlich dadurch schon widerlegt, daß er sie in den Lymphgefäßen der Amphibien beobachtete, die keine dergleichen Drüsen haben. Auch sagt er nicht, daß nicht schon in der Lymphe vor dem Durchgange durch die Drüsen bei Säugethieren Kügelchen vorhanden wären, was allerdings der Fall ist, und sich durch mikroskopische Beobachtung der Lymphbewegung im Mesenterium einer Maus oder eines Pferdes leicht beobachten läßt. Doch sind die Kügelchen hier noch sparsam und noch nicht vollständig entwickelt, sondern mehr Fettkügelchen. Auch leidet es keinen Zweifel, daß die Dotterkügelchen des bebrüteten Hühnchens und der Fische vor ihrer Umbildung in Blutbläschen ganz die Bedeutung der Lymphkügelchen haben, um so mehr, als sie in völliger Ausbildung ganz das Ansehen derselben zeigen. Da nun diese aus der Nahrung des Embryo und nicht durch Secretion in den Gefäßen entstehen, so scheint es auch der Analogie nach wahrscheinlich, daß sowohl die Lymph- und Chyluskügelchen wie das Lymphplasma aus der Nahrung oder den resorbirten Theilen selbst entstehen können, und hiermit stimmen denn unsere Beobachtungen im Wesentlichen überein. Der Chylus des Pferdes enthält in den Gefäßen vor dem Durchgange durch die Drüsen schon gleichförmige Kügelchen verschiedener Größe. In den Gefäßen, welche aus den Drüsen entspringen, sind aber deutlich zweierlei Kügelchen, welche aber durch die kleinsten Stufen ineinander übergehen (Tab. I, Fig. 7), geradeso wie die Dotterkügelchen in die Kerne der Blutkügelchen, zu erkennen. Die einen sind völlig denen gleich, die sich schon in den Gefäßen vor dem Durchgange durch die Drüsen finden; sie erscheinen kugelrund, klar und durchscheinend, den ölichten Dotterkügelchen in ihrer ersten Bildung vollkommen ähnlich, und unter diesen kommen die größten vor, selbst

größere, als die Blutbläschen, obgleich auch sehr viel kleinere, als die kleinsten körnigen unter ihnen gefunden werden. Sie zeigen sich am Rande dunkel schattirt, in der Mitte hell. Es ist charakteristisch für die kugelrunden durchscheinenden Lymphkügelchen, daß sie in den verschiedensten Größen vom kaum sichtbaren Punkte bis zu Tropfen, die schon mit der Lupe zu erkennen sind, erscheinen. Die meßbaren unter den kleineren sind 0,00002 Linie, die größten 0,008 Linie im Durchmesser, sowohl bei Kaninchen als bei Pferden. Die anderen zwar auch von sehr verschiedener Größe, aber so, daß keine darunter sind, welche den größten oder den kleinsten der vorigen gleich kämen, sehen körnig aus und sind am Rande weniger dunkel schattirt. Auch sind sie nicht so völlig kugelrund, sondern zum Theil oval oder stumpfeckig. Der Durchmesser der körnigen Lymphkügelchen wechselt nur zwischen 0,0005—0,0 08 Linie bei Kaninchen und bei Pferden. Diese letzteren sind im Ansehen den Kernen der Blutbläschen ähnlich. Nun aber finden sich zwischen beiden Formen die feinsten Uebergänge, sowohl was die runde und eckige Gestalt, als was die körnige oder durchscheinende Oberfläche und den dunkleren und helleren Rand betrifft, so daß die einen aus den anderen zu entstehen scheinen. In den Lymphgefäßen vor dem Durchgange durch die Drüsen ist die Menge der kugelrunden durchscheinenden ungleich größer, dagegen finden sich mehr körnige in den Gefäßen nach dem Durchgange durch die Drüsen. Haben die Thiere gefastet, so finden sich nach dem Durchgange durch die Drüsen fast lauter körnige und gar keine durchscheinenden, so daß also die durchscheinenden in den Drüsen sich in die körnigen zu metamorphosiren scheinen. Je mehr das körnige Ansehen der Oberfläche hervortritt, desto mehr nähert sich die Größe der erst durchscheinenden Kügelchen der bleibenden mittleren Größe der ausgebildeten Lymphkügelchen. Gießt man Aether darauf, so lösen sich die völlig durchsichtigen auf und verschwinden, erscheinen aber nach dem Verdunsten des Aethers wieder. Die ganz körnigen verändern sich im äußern Ansehen nicht merklich, dagegen lösen sich die Mittelformen theilweise in Aether auf und schrumpfen merklich zusammen. Daß der Aether aus ihnen wirklich einen großen Theil Fett auflöst, erkennt man daran, daß nach dem Verdunsten des Aethers, welcher bloß mit wenig und stark gekörnten, ohne alle durchscheinenden Kügelchen in Berührung war, eben so deutliche Oelkügelchen zurückbleiben, als wenn der

Aether mit ganz auflöslichen Kügelchen in Berührung war. Ich habe dergleichen nach dem Verdunsten des Aethers zurückbleibende Kügelchen abgebildet (Tab. I, Fig. 12). Die Beobachtungen von J. Müller (Physiol. 1 Thl. S. 248), daß die Lymphkügelchen überhaupt sich nicht in Aether auflösen, ist hiernach zu berichtigen. Je mehr der Chylus ein milchiges Ansehen hat, desto größer ist die Menge der durchscheinenden Kügelchen, je mehr er klar und durchscheinend ist, desto größer ist die Menge der körnigen, so daß man aus der Beschaffenheit des Chylus schon auf die Qualität der darin enthaltenen Kügelchen schließen kann. Die Lymphe des Pferdes aus den Lymphgefäßen des Halses ist klar und enthält meistens nur körnige Kügelchen (Fig. 8), selten findet sich ein durchsichtiges dazwischen. Außerdem finden sich auch gebildete Blutbläschen darin, welche wegen längerer Aufbewahrung in dem abgebildeten Tropfen eingeschrumpft waren. Die durchscheinenden Kügelchen der Milchgefäße kann man der Analogie mit den Dotterkügelchen, ihrer Auflöslichkeit in Aether und ihrem Ansehen nach für nichts Anderes als für fein zertheilte Oelkügelchen halten, und da diese in allen Stufen in die gekörnten Formen übergehen, so scheint es auch gewiß, daß die Oelkügelchen sich in die körnigen Lymphkügelchen metamorphosiren. Die Beobachtungen an der Lymphe und dem Chylus des Pferdes finde ich ebenso beim Kaninchen und beim Hunde bestätigt. Wahrscheinlich wird die Metamorphose der Fettkügelchen in Lymphkörnchen mittelst des freien Alkali im Blut und in der Lymphe bewirkt, wodurch das Fett zum Theil aufgelöst wird, während ein anderer Theil noch ungelöst bleibt, welcher sich in die Lymphkügelchen metamorphosirt. Das Fett, welches Aether aus dem Chylus zieht, ist nach meinen Beobachtungen ölartig, wogegen das Fett aus dem Arterien- und Venenblute krystallinisch erscheint. Schon Tiedemann und Gmelin beobachteten, daß wenn man milchiges Chylusserum mit Aether schüttelt, das Serum allmählich klar wird, und sie nahmen an, daß dieß durch eine Auflösung der suspendirten Fettkügelchen, von denen die weiße Trübung herrühre, geschehe, so daß nun der fetthaltende Aether oben schwimme und das Serum von Kügelchen befreit zurücklasse. Indessen werden auf diese Weise doch nicht alle Kügelchen, sondern bloß die noch unveränderten Fettkügelchen aufgelöst, die mehr körnigen bleiben aber theils unverändert, theils durch Auflösung ihres Fettes eingeschrumpft

zurück und fallen später zu Boden, so daß auch gewöhnlich keine ganz vollkommene Klärung des Serums eintritt, als bis sich diese Kügelchen gesenkt haben. Vor der Extraction ihres Fettgehaltes schweben sie in der Flüssigkeit, und scheinen also durch den Fettgehalt specifisch leichter. Im Allgemeinen aber stimmt diese Beobachtung mit den meinigen darin überein, daß die milchige Trübung des Chylusserums vorzüglich von den noch unveränderten Oelkügelchen herrühre. Es ist merkwürdig, daß die reinen Oelkügelchen bei der Gerinnung des Chylus großentheils im Serum bleiben, und nur eine geringe Menge davon an das Crassament tritt; dagegen aber die gekörnten Lymphkügelchen größtentheils sich mit dem Crassament verbinden und nur zum geringern Theil im Serum gefunden werden. Das Serum wird daher nur milchig, so lange die Fettkügelchen noch unverändert in dem Chylus enthalten sind, erscheint aber klar, sobald die Metamorphose derselben in die Lymphkügelchen beendet ist. In diesem Betrachte verhalten sich die körnigen Lymphkügelchen den Blutbläschen ähnlich, welche ebenfalls bei der Gerinnung sich immer mit dem Crassament verbinden, nur zeigt sich wegen der Mittelformen zwischen reinen Fettkügelchen und ausgebildeten Lymphkügelchen die Erscheinung in der Lymphe weniger bestimmt und veränderlicher, als im Blute.

§. 18.

Wenn man nun nach den obigen vergleichenden Beobachtungen anzunehmen berechtigt ist, daß sich die gekörnten Lymphkügelchen aus einfachen Oelkügelchen entwickeln, so frägt sich weiter, ob die Oelkügelchen als solche durch Auffaugung in die Lymphgefäße kommen, oder sich erst in ihnen bilden. Betrachtet man die Bildung der Dotterkügelchen im Blute der vasa vitelli lutea des bebrüteten Hühnchens und in den Dottergefäßen der Fischembryonen, so scheint es außer Zweifel, daß die Kügelchen hier zwar gebildet in die Gefäße kommen, aber sich noch weiter metamorphosiren. Man sieht diese Kügelchen, besonders in den Fischembryonen, zuerst ruhend neben den ursprünglichen Gefäßrinnen liegen, so daß das Plasma zwischen sie durchströmt, dann mit dem Strome fortgetrieben werden und als Dotterkügelchen noch circuliren. Nun aber erhalten sie das körnige Ansehen ausgebildeter Lymphkügelchen, und werden den Kernen der Bläschen ähnlich. Ob nun bei der Bildung des Chylus

aus der Nahrung auch die Fettkügelchen schon im Darmcanale gebildet und als solche resorbirt, oder in den Gefäßen aus dem Chylus selbst erst gebildet werden, ist eine andere Frage. Daß überhaupt Fett im Chylus des Darmcanals gebildet ist, zeigt schon die chemische Analyse. Inzwischen findet man bei mikroskopischer Beobachtung des Speisebreies im Dünndarm keine ähnlichen Fettkügelchen, wie in dem Chylus der Milchgefäße. Ich untersuchte bei Tauben, die mit Erbsen gefüttert waren, den Inhalt des dünnen Darms nach der Zumischung der Galle mikroskopisch, und fand neben den unveränderten Zellen- und Stärkemehlkörnern zwar einen körnigen Brei, der aber aus fein zertheilter noch in weiterer Veränderung begriffener Nahrung zu bestehen schien, wenigstens waren die Körner keine Oelkügelchen; denn sie lös'ten sich nicht in Aether auf, hatten auch nicht das Ansehen der Oelkügelchen. Dagegen fand ich in dem Brei schwimmend eine Menge zerfließender Inseln und Streifen, welche besonders beim Eintrocknen sich deutlich abgränzten und ganz das glänzende Ansehen von Fett hatten. Wirklich lös'ten sich auch diese Streifen und Inseln in Aether auf, der das Fett nach dem Verdunsten zurückließ. Ich finde im Wesentlichen dieselbe Erscheinung bei Kaninchen. Der Chylus in den Milchgefäßen desselben Thieres war milchig und enthielt die gewöhnlichen Fettkügelchen. Auch bei Fleischfressern ist es nicht anders. Im Dünndarm zeigt der Speisebrei der mit Fleisch gefütterten Hunde zwischen den Körnern fein zertheilter Nahrung ähnliche Oelstreifen und Inseln. Daher sieht auch der Chylus im Darmcanal noch nicht milchweiß aus, sondern ist ziemlich durchscheinend und nur von den noch nicht assimilirten Nahrungstheilen getrübt. Hiernach scheint also das Fett zwar im Darmcanale zu entstehen, aber in flüssiger zusammenhängender Form von den Lymphgefäßen absorbirt und erst in den Gefäßen selbst in Kügelchen geformt zu werden, so daß man nicht annehmen kann, daß die Substanz der Kügelchen erst in den Lymphdrüsen und in der Thymus gebildet würde. Da jedoch in den Gefäßen vor dem Durchgange durch die Drüsen mehr Fettkügelchen und nach dem Durchgange durch dieselben erst wirkliche Lymphkügelchen gefunden werden, so behält die Ansicht von Hewson, daß die Lymphkügelchen sich in den Drüsen bilden, insofern einiges Wahre, als die Bildung in den Drüsen vollendet zu werden scheint.

§. 19.

Welches Verhältniß haben die ausgebildeten Lymphkügelchen zu den Kernen der Blutbläschen? Das äußere Ansehen beider hat auf den ersten Blick eine so große Aehnlichkeit, das Hewson schon unbedingt dafür hielt, daß die Kerne der Blutbläschen aus den Lymphkügelchen entständen. Hiegegen ist von J. Müller erinnert, daß beim Frosch die Lymphkügelchen rund, die Kerne der Blutbläschen aber elliptisch und beim Salamander zugleich platt seyen, daß auch bei Kaninchen unter den Lymphkügelchen einige größer als die Blutbläschen selbst seyen (Physiol. 1 Thl. 99, 247). Allein man findet beim Frosch nicht alle Kerne der Blutbläschen elliptisch und beim Salamander nicht alle platt, und bei den vorhandenen Uebergängen können die runden leicht eine elliptische oder platte Form annehmen. Daß bei Säugethieren unter den Chylus-kügelchen einige vorkommen, welche die Blutbläschen desselben Thiers an Größe übertreffen, haben wir oben ebenfalls angeführt, allein die größeren Formen sind, wenn auch nicht mehr unveränderte Fettkügelchen, doch in ihrer Metamorphose noch nicht vollendet, und schrumpfen durch Auflösung ihres Fettgehaltes in Aether sehr zusammen, wie sie sich denn auch während ihrer Metamorphose in ausgebildete Lymphkügelchen sehr verkleinern. Jene Erscheinungen widerstreiten also dem Ursprunge der Kerne der Blutbläschen aus den Lymphkügelchen nicht. Doch konnte man allerdings die Hewson'sche Theorie bisher nicht für wirklich bewiesen halten, und in der That ist die Vorstellung, daß die Lymphkügelchen mit den Kernen der Blutbläschen geradezu identisch wären, nicht richtig. Denn erstens sind die Lymphkügelchen selbst unter sich verschieden und erleiden eine Metamorphose, und dann scheinen sie sich auch noch zu verändern, indem sie sich in Kerne der Blutbläschen umbilden. Diese Umbildung ist indessen sehr leicht und durch die Bildung des Bläschens bedingt. Die Lymphkügelchen sind weich und nachgiebig und nehmen daher leicht bei sehr platten Bläschen die platte und elliptische Form mit an, was indessen nicht bei allen regelmäßig geschieht, daher denn auch unter den Kernen der Blutbläschen selbst noch beinahe eben so viel verschiedene Formen, wie unter den ausgebildeten Lymphkügelchen gefunden werden. Diese Verschiedenheit der Formen ist von besonderer Wichtigkeit, weil man dadurch die

Kügelchen als etwas in der Bildung Begriffenes und im lebendigen Prozesse Thätiges erkennt, was bei der Voraussetzung bleibender unveränderlicher Formen ganz übersehen wird.

In der Lymphe des Milchbrustganges bei Kaninchen finden sich dreierlei Körper im Plasma schwimmend: 1) durchscheinende, und 2) körnige Lymphkügelchen, 3) wahre farbige Blutbläschen (Tab. I, Fig. 10). Die Bläschen selbst sind verschieden. Bei einigen umschließt die Hülle den Kern ziemlich dicht, bei andern ist sie schon größer und umgibt den Kern lockerer. Von den ausgebildeten Blutbläschen unterscheiden sie sich durch zartere noch nicht ganz platte Hüllen und durch einen viel geringeren Gehalt an Farbstoff, weßhalb sie blasser und durchsichtiger sind. Mischt man Jodinewasser hinzu, so ziehen sich bald alle Bläschen dicht um den Kern zusammen. Hier findet man nun zwischen den Kernen der Blutbläschen und den Lymphkügelchen die größte Analogie; denn das Ansehen stimmt ganz überein, und sowohl die Lymphkügelchen als die Kerne der Blutbläschen zeigen eine verschiedene Größe, und man kann nicht daran zweifeln, daß die Blutbläschen durch Bildung einer Farbenhülle um die Lymphkügelchen entstanden seyen. Vergleicht man damit die Blutbläschen aus dem Blute des Kaninchens (Fig. 13, a in Serum, b in Jodwasser), so zeigt sich auch hiernach dieselbe Verschiedenheit nicht nur in der Größe der Kerne in den Bläschen, sondern der Bläschen selbst, so daß man sich überzeugt, wie wenig man durch die Größe einen Unterschied zwischen Lymphkügelchen und Blutbläschenkernen feststellen kann, indem bei verschiedener Größe bei beiden doch im Uebrigen die größte Uebereinstimmung ist. Es vereinigen sich demnach die wichtigsten Erscheinungen dafür, daß sich wirklich die Kerne der Blutbläschen aus den metamorphosirten Lymphkügelchen bilden. Ein Hauptgrund hierfür ist noch, daß die Blutbläschen in der Lymphe in den Lymphgefäßen selbst gebildet seyn müssen, indem ihre Verschiedenheit von den ausgebildeten Bläschen im Blute, insbesondere ihre geringe Abplattung und der geringere Farbstoffgehalt, zeigt, daß sie nicht gebildet aus den Blutgefäßen in die Lymphgefäße abgelagert seyn können. Da nun die Kerne in diesen Bläschen mit den körnigen Lymphkügelchen übereinstimmen, so müssen die Bläschenhüllen um die Kerne in den Lymphgefäßen gebildet seyn. Hieraus sieht man zugleich, daß die röthliche Farbe des Chylus nicht dem Plasma angehört und

gleichmäßig vertheilt ist, sondern nur von den Bläschen herrührt, daß aber die Färbung doch nicht vom Blut ausgehen kann, sondern in der Lymphe selbst sich schon entwickelt.

§. 20.

Vergleicht man die oben dargestellte Bildung der Blutbläschen aus den einfachen Dotterkügelchen im bebrüteten Hühnchen, so findet sich die größte Aehnlichkeit mit der Bildung der Bläschen aus den Lymphkügelchen im Digestionsproceß der Säugethiere. Dagegen ist die Bildung der Bläschen im Embryo des Frosches ganz abweichend, weil hier die Kerne sich aus einem Haufen Dotterkügelchen, welche allmählich resorbirt werden und verschmelzen, entstehen. Indessen gibt doch auch diese Entwicklung eine Analogie für die Bläschenbildung aus dem Chylus der Säugethiere, nämlich daß die ursprünglichen Oelkügelchen bei ihrer Umbildung in gekörnte Lymphkügelchen und Kerne der Blutbläschen ähnliche Metamorphosen durchlaufen, wie die Dotterkügelchen des Froschembryo. In der That ist nirgends der Beweis für die Entstehung der Lymphkügelchen und Kerne der Blutbläschen aus den Fettkügelchen des Dotters so sicher, als bei der Metamorphose der Blutbläschen im Embryo des Frosches zu führen, weil hier die Dotterkügelchen ursprünglich in eine Blase eingeschlossen sind, worin sie alle die besprochenen Metamorphosen durchlaufen, so daß sie jeden fremden Ursprung der Kerne abweisen. Faßt man nun alle diese Erscheinungen der Bläschenbildung bei den Embryonen der Fische, der Vögel, der Frösche mit denen bei den Bauchwirbelthieren und mit der Bildung aus dem Chylus der Säugethiere zusammen, so scheint über den Ursprung der Kerne der Blutbläschen aus den Lymph- und Dotterkügelchen kein Zweifel übrig zu bleiben.

§. 21.

Nun werden aber nicht alle Lymphkügelchen sogleich im Lymphsysteme selbst in Blutbläschen umgebildet: vielmehr geht ein großer Theil, besonders mit dem Chylus, direct in das Blut über, sogar im Zustand einfacher Oelkügelchen, wie man an dem milchigen Blutserum säugender und auch sonst stark gefütterter Thiere erkennt. In der Schwimmhaut des Frosches sieht man die Lymphkügelchen deutlich mit den Blutströmen circuliren. Sie bewegen sich gewöhn-

lich seitlich an den Wänden des Gefäßes entlang, und zwar langsamer, als der ganze Strom, der sie beständig in eine an der Gefäßwand rollende Bewegung versetzt. Häufig stehen sie selbst ganz still, während der Strom mit den Bläschen sich weiter bewegt. Bilden sich nun die Lymphkügelchen in den Blutgefäßen selbst in Bläschen um, oder werden sie, wie Hewson glaubte, zu diesem Zwecke wieder in die Milz und die Lymphdrüsen abgelagert? Die Möglichkeit der Bläschenbildung im Blutgefäßsystem ist nicht zu bestreiten, da man in Fischembryonen und im bebrüteten Hühnchen die Dotterkügelchen in den Blutgefäßen sich zu Bläschen umbilden sieht. Indessen scheinen doch außer den von Hewson angeführten Gründen die neueren Versuche von Home, Tiedemann, Gmelin u. A. über die Digestion der Getränke es wahrscheinlich zu machen, daß wie die assimilirbaren, aber noch nicht völlig assimilirten Stoffe, welche in das Blut übergehen, zur weiteren Verarbeitung in die Milz und die Gekrösdrüsen, so auch die noch unausgebildeten Chyluskügelchen aus dem Blute wieder in jene Organe abgelagert werden, um hier ihre vollendete Ausbildung zu erhalten. Den Hauptbeweis dafür liefert die schon Hewson bekannte Erscheinung, daß die Lymphe der Milz beinahe blutroth ist und fast gar keine Lymphkügelchen, sondern lauter in der Bildung begriffene und ausgebildete Blutbläschen enthält, wenn gleich nicht zu übersehen ist, daß auch in den Milchgefäßen und auch in den Lymphgefäßen der übrigen Körpertheile nach dem Durchgange durch die Drüsen die Lymphe schon viel gebildete Blutbläschen enthält, so daß die Milz nicht das einzige Organ ist, in welchem diese Umbildung geschieht. Doch ist die Lymphe der Milz am röthesten, wie ich mich oft durch Wiederholung des Hewson'schen Versuchs bei einem eben getödteten Thiere, die sämmtlichen Milchgefäße zu unterbinden, überzeugt habe, da hierbei die Lymphgefäßstämme von ihrem rothen Inhalte strotzend anschwellen, und es beruht sicher auf einem Irrthum, daß Seiler die Lymphgefäße der Milz nicht überall roth fand (anat. physik. Realwörterbuch, B. 5, S. 330). Tiedemann und Gmelin folgerten auch mit Recht aus ihren Versuchen bei Pferden, daß der Chylus des Milchbrustganges nach der Zumischung der Lymphe aus der Milz seine rothe Farbe nicht erst von dem Zutritte der Luft erhalte, wie Emmert (Reil's Archiv der Physiologie, Bd. 8, S. 151) glaubte, sondern schon für

sich roth sey, und nur durch Berührung mit der Luft röther werde (die Verdauung I, S. 248—250). Nach unseren eignen in der hiesigen Thierarzneischule an Pferden sehr oft wiederholten Untersuchungen kann man nicht einmal zugeben, daß der Chylus des Milchbrustganges an der Luft röther wird, als er schon ursprünglich ist. Er schimmert schon roth durch den Brustgang, und diese Röthung wird unmerklich heller nicht an Röthung stärker, nach dem Ausfließen. Doch ist die Röthung im Milchbrustgang am stärksten im nüchternen Zustande. Sind die Pferde mit Hafer gefüttert, so ist sie kaum bemerkbar, und die zuletzt ausfließenden Portionen sind vollkommen milchig. Doch enthalten auch diese bei mikroskopischer Beobachtung viel gebildete Blutbläschen, und die Menge der fettigen Lymphkügelchen, von denen die Milchfarbe herrührt, ist nur darin überwiegend. Dieselbe Erscheinung habe ich bei Hunden und bei Kaninchen beobachtet, wo der Chylus des Milchbrustganges im nüchternen Zustande ganz roth, nach der Fütterung milchig ist. Bei der Gerinnung dieses weißen Chylus verbinden sich die darin enthaltenen rothen Bläschen mit dem Crassament, so daß dieses roth erscheint, dagegen bleiben die fettigen und öligen Lymphkügelchen im Serum schwebend und machen dieses milchig, von welcher Erscheinung schon oben die Rede war. Ueberall aber erscheinen die Hüllen der Bläschen sehr zart und dünn, und sie sind noch wenig mit Farbstoff imprägnirt, die Kerne schimmern daher ganz klar durch, die Hüllen werden vom Wasser weniger verändert, so daß sie sich von den Bläschen der Blutgefäße leicht unterscheiden lassen, und in ihrem geringen Farbstoffgehalte scheint auch der Grund zu liegen, daß die Lymphe an der Luft sich viel weniger als das venöse Blut durch Sauerstoffgas röthet. Die Bildung der Bläschen überhaupt scheint aber die nothwendige Bedingung zur rothen Färbung der Lymphe, so daß schon aus diesem Grunde weiße Lymphe ohne alle Bläschenbildung sich durch bloße Berührung mit der Luft unmöglich so plötzlich roth färben kann, wie es Emmert geglaubt hatte. Insofern die Blutbläschen, wie sie im Chylus vorkommen, zartere Hüllen und nur wenig Farbstoff enthalten, könnte man sie mit den Blutbläschen der Fische vergleichen, und annehmen, daß die Bildung der Bläschen auch hier die Bildungsstufen niederer Thiere durchlaufe.

12. Unterschied der Blutbläschen von den Milchkügelchen.

§. 22.

Mehrere Naturforscher und vorzüglich Gruithuisen (Beiträge zur Physiognosie und Pautognosie S. 92, 93. Ueber den Unterschied zwischen Eiter und Schleim c. Tab. Fig. 15), dem auch Rudolphi zu folgen scheint (Physiologie 2 Bd. 2te Abth. S. 280), nehmen eine vollkommene Aehnlichkeit zwischen den Kügelchen der Milch und den Blutbläschen an. Gruithuisen sagt, es sey der Eiweißstoff der Milch, welcher die Gestalt der Blutbläschen habe. Es läßt sich indessen zeigen, daß die Organisation der Milchkügelchen von den Blutbläschen ganz verschieden ist, auch daß es keineswegs das Eiweiß ist, welches die Kügelchen der Milch bildet. Zunächst erscheinen die Kügelchen der Milch von ganz verschiedener Größe, von dem kleinsten Punkt bis zur Größe von 0,01 Linie und drüber (Tab. II, Fig. 3), und es ist nicht richtig, wenn sie schon Hewson alle gleich groß abbildet (l. c. Tab. I, Fig. 13). Läßt man die Milch stehen, so fließen die Kügelchen zum Theil in noch größere zusammen und steigen an die Oberfläche. Sie zeigen keine innere Höhlung, keine Hülle und Kern, sind kugelrund, ganz durchscheinend und gleichförmig. Gießt man Aether zur Milch, so lösen sich die Kügelchen ganz auf, und es bleibt bloß ein krümliches Gerinnsel aus der Flüssigkeit, worin die Milchkügelchen schwimmen, zurück. Sobald der Aether verdunstet, entstehen die Kügelchen, welche zu noch größeren zusammenfließen, wieder, und lassen keinen Zweifel übrig, daß es wirkliche Fettkügelchen sind, welche mit den vollendeten Blutbläschen gar nicht verglichen werden können. Demnach ist es also nicht das Eiweiß der Milch, was die Kügelchen bildet, sondern die Butter, und das Eiweiß ist zu einer gleichförmigen Flüssigkeit, worin die Kügelchen schwimmen, aufgelöst. Diese Flüssigkeit gewinnt erst durch die Gerinnung ein körniges Ansehen, was man aber von den Fettkügelchen leicht unterscheidet. Daß es nur das Fett ist, was die Milchkügelchen bildet, und der Käsestoff (Eiweiß) gleichförmig aufgelöst ist, kann man auch aus den Erscheinungen der freiwilligen Milchgerinnung und des Butterns entnehmen. Während und auch schon vor der Gerinnung sondern sich nämlich die Fettkügelchen auf der Oberfläche ab und

bilden den Rahm. In dem Maße, wie dieses geschieht, wird der untere stehende Theil der Milch klarer und durchsichtiger, die Fettkügelchen verschwinden darin und finden sich in dem Rahm angehäuft und zum Theil zu großen Tropfen verschmolzen. Dieses Verschmelzen der Fettkügelchen zu Tropfen und zusammenhängenden Massen wird durch mechanische Bewegung begünstigt, und darauf beruht eben die Bereitungsart der Butter. Wäre das Fett nicht schon in Kügelchen gebildet, so könnte es durch mechanische Bewegung nicht abgeschieden werden. Insofern jedoch die Butterkügelchen in einer dickflüssigen eiweißhaltigen Flüssigkeit schwimmen, scheint ihnen immer ein Theil Eiweiß anzukleben, das sich noch in der Butter findet, so wie umgekehrt in der geronnenen Milch und den Molken noch eine geringe Menge Fettkügelchen gefunden werden, deren gänzliche Absonderung durch die mechanische Bewegung nicht vollendet wurde.

In Betracht der Bildung von Fettkügelchen, die in einer eiweißhaltigen Flüssigkeit schwimmen, findet sich eine Aehnlichkeit zwischen der Milch und dem milchigen Serum des Chylus, wie es nach Gerinnung des Plasma erscheint. Auch dieses Serum setzt in der Ruhe eine rahmartige Haut ab. Es ist also nicht unwahrschrinlich, daß die Absonderung der Milch vorzüglich aus dem in das Blut übergehenden, noch die unveränderten Fettkügelchen enthaltenden Milchsaft des Milchbrustganges geschieht, bevor die Bildung der gekörnten Lymphkügelchen vollendet ist, so daß also der Theil der Nahrung, wodurch die Milch gebildet wird, nur eine unvollkommene Sanguification erleidet. Hiermit stimmt die große Schnelligkeit der Milchbereitung sowohl bei Säugethieren als beim Menschen überein, und es scheint wirklich der freilich unklaren Vorstellung einiger älteren Aerzte, namentlich Roose's (physiologische Untersuchungen, Braunschweig 1796, S. 92), daß die Milch nicht aus dem Blute gebildet, sondern aus dem Chylus der Lymphgefäße abgelagert werde, etwas Wahres zum Grunde zu liegen. Da nämlich das Blut häufig und zwar besonders bei säugenden Thieren und Menschen ein milchiges Serum bei der Gerinnung zeigt, so scheint dieß anzudeuten, daß zu dieser Zeit eine größere Menge von milchigem Chylus in das Blut übergeht, der anstatt in die Milz und die Lymphdrüsen zur weiteren Sanguification abgelagert zu werden, jetzt unmittelbar den

Brüsten zugeführt und zur Milchabsonderung verwendet wird. Auch die Ernährung des Fötus scheint durch solchen nicht völlig sanguificirten Chylus zu geschehen, welcher der Dotterbildung ähnlich ist, und woraus der Fötus sich selbst Blut bildet. Denn daß ungeachtet des Gefäßzusammenhanges zwischen Eihäuten und Gebärmutter nicht das fertig gebildete Blut der Mutter in den Embryo übergeht, ist schon dadurch klar, daß sich die Blutbläschen im Embryo so sehr von denen der erwachsenen Thiere unterscheiden. Die Ablagerung einer milchigen Flüssigkeit, welche in der Placenta gefunden wird, ist hiermit übereinstimmend.

13. Bedeutung der Blutbläschen.

§. 23.

Die meisten älteren Physiologen neigen sich stillschweigend zu der Ansicht, daß die Blutbläschen den eigentlich bildenden Theil des Bluts ausmachen, und nur, weil es ihnen an hinreichenden Gründen für diese Ansicht fehlt, sprechen sie nicht mit Bestimmtheit diese Ansicht aus. Boerhave (Instit. rei med. h. 226. Praelect. de virib. medicam. p. 82) scheint zuerst durch die oben erwähnte Annahme von Leeuwenhoek, daß jedes Kügelchen (Bläschen) aus 6 kleineren bestände, in welche es zerfallen und woraus es sich wieder zusammensetzen könne, zu seiner Theorie der Ernährung und Absonderung veranlaßt worden zu seyn, nach welcher beides durch die immer weiter gehende Zertheilung der Kügelchen in den kleinsten Gefäßen geschehe; eine Theorie, die mit der Unrichtigkeit der Leeuwenhoek'schen Beobachtung beseitigt ist. In neuerer Zeit hat sich Döllinger (über den Kreislauf des Bluts in den Denkschriften der Akademie zu München, Bd. VII. Was ist Absonderung, und wie geschieht sie? Würzburg 1819, S. 39) am bestimmtesten dahin ausgesprochen, daß die Blutbläschen (nach ihm Blutkörner) sich an die organische Substanz außerhalb der Gefäße ansetzen und sich in dieselbe metamorphosiren, also die Ernährung bewirken. Indem nun in den Drüsen die Bläschen sich so in das Parenchym der Drüsen und diese wieder zur abgesonderten Flüssigkeit metamorphosiren, so entstehen auf diese Art die Absonderungen. Nach R. Wagner (vergl. Phys. des Bluts S. 75) hat auch J. Müller beobachtet, daß die Blutbläschen sich am Ende mit einem Theile des

Gebildes zusammenschließen, stehen bleiben und zur Bildung beitragen. Auch Koch (Meckels Archiv 1832, S. 258) will gesehen haben, daß die Bläschen sich an die organische Substanz anlegen und verzehrt werden, und er hält die Bläschen für den wesentlichsten und edelsten Bestandtheil in Betreff der Ernährung. Ebenso halten Prevost und Dumas (Biblioth. univers. T. VI, p. 294 sq.) die Blutbläschen für den bildenden Theil des Bluts, doch nicht, weil sie das Ansetzen der Bläschen an die Körpersubstanz direct beobachtet, sondern weil sie mit E. Home (Philosoph. Trans. 1818) glaubten, daß die Muskelfasern aus Reihen von Bläschen beständen, die ihres Farbstoffs beraubt wären, und also aus den Bläschen hätten gebildet werden müssen, und ferner, weil bei Transfusionsversuchen die Anwesenheit der Blutbläschen zur Wiederbelebung von Thieren, die durch Blutverlust ohnmächtig waren, nöthig erschien. Doch beruht die Idee der Muskelfaserbildung aus Reihen von Kügelchen auf einem Irrthum, den die einfache Anschauung der Muskelfaser berichtigt, und die Wiederbelebung scheintodter Thiere in Prevosts Versuchen beweis't nicht den Bildungsproceß durch Blutbläschen. Baumgärtner beobachtete nie ein Uebergehen eines Blutbläschens in organische Substanz, nimmt aber dessen ungeachtet an, daß die Blutbläschen den Bildungsproceß bewirken, indem gewisse Theile von ihnen ausgeschieden und in die Substanz des Körpers abgelagert werden (l. c. p. 193). Bei älteren Beobachtern, wie Spallanzani, Haller, findet man keine Beobachtungen über die Anlagerung der Bläschen zu organischer Substanz.

Es frägt sich nun, auf welchen Erscheinungen die Döllinger'sche Beobachtung beruht. Wir werden später zeigen, daß es eine Menge feiner (plastischer) Gefäße gibt, die meist keine Bläschen, sondern reines Plasma führen. In diese Gefäße, die im Schattenlichte leer scheinen, oder sich in der organischen Substanz gar nicht unterscheiden, durch welche aber nichtsdestoweniger immerfort Blutplasma fließt, drängen sich zuweilen Bläschen eine Strecke weit hinein, und bleiben dann in dem engen Durchmesser des Gefäßes sitzen, so daß sie aus dem bläschenführenden Gefäß ausgetreten und in dem Parenchym festgewachsen zu seyn scheinen, in der That aber nach längerer oder kürzerer Zeit mit dem Strome wieder weitergehen. Schon Haller beobachtete etwas

Aehnliches: vidi glòbulos, qui per inane moveri viderentur (Op. minor. 1, p. 64). Da nun ein Uebergehen der Dotterkügelchen aus der Dottersubstanz in die Blutströme der Fisch- und Hühner-Embryonen häufig beobachtet wird, und auch von Döllinger beschrieben ist, so scheint es mehr dieser Analogie nach zu seyn, daß er jene seltene Erscheinung des Stillstehens eines Bläschens in den plastischen Gefäßen für einen Austritt desselben aus dem Gefäß in das Parenchym gehalten hat, was es aber in der That nicht ist. Diese Erscheinung müßte bei der lebhaften ununterbrochenen Wechselwirkung des Bluts mit dem Körper immerfort und jeden Augenblick beobachtet werden, wenn die Blutbläschen wirklich das Bildende im Blute wären. Eber (Observ. helmintholog. Gott. 1798, 4. Tab.) hielt die Blutbläschen für Infusionsthiere. Auch Gruithuisen (Beiträge zur Physiognosie und Fautognosie, S. 88, 93, 161) glaubt mit Döllinger (Denkschriften der Akad. zu München 7, 186) die Blutbläschen hätten eine vegetabilische, infusorische Natur, weil unter den in vegetabilischen Aufgüssen entstandenen Infusionsthierchen einige die Gestalt der Blutbläschen bei Fröschen, andere die Gestalt derselben beim Menschen hätten. Indessen ist oben gezeigt worden, daß Gruithuisen die Veränderungen der Bläschen in Wasser für ursprüngliche Formen gehalten und dadurch zu der unrichtigen Annahme von Bläschen und Kügelchen im Blute veranlaßt worden ist. Seine Kügelchen sollen eine thierische Natur haben, weil sie sich auf den Reiz des Wassers bewegten, dann aber zusammenflossen. Offenbar sind diese Bewegungen keine andern, als die durch physikalische Anziehung während der Auflösung des Farbstoffs in Wasser hervorgebrachten, und können nicht für Lebensbewegungen gehalten werden. Was Gruithuisen Kügelchen nennt, ist überhaupt wegen seiner Verwechslung verschiedenartiger Dinge nicht klar, und so wenig die Analogie der Bläschen mit der Gestalt der Infusorien, als die Annahme einer irritablen Bewegung beruhen auf richtig beobachteten Erscheinungen. Daß die Blutbläschen eine rein passive Bewegung in dem Plasma haben, ist eine von allen bessern Beobachtern anerkannte Thatsache (vergl. Spallanzani Exp. sur la circ. p. 252). Zwar hat die Idee, daß die bildende und belebende Kraft des Bluts in den Bläschen sitzen müsse, mehrere Beobachter, welche die Pro-

pulsionskraft des Bluts vertheidigten, zur Annahme einer selbstständigen Bewegung der Bläschen veranlaßt. Treviranus (Biologie IV, S. 654) und Czermack (Med. Jahrb. des österr. Staats. Neueste Folge 1831 I, 4. Isis 1830, S. 557) glaubten auch nach dem Ausfließen des Frosch- und Salamanderbluts dergleichen zu sehen. Indessen sind diese Bewegungen keine andern, als diejenigen, welche durch Auflösung des Farbstoffs der Bläschen im Wasser mittelst physikalischer Attraction entstehen, und es kann davon die Propulsionskraft des Bluts nicht abgeleitet werden. Eine Gestaltveränderung der Bläschen beim Durchgange durch die feinsten Gefäße glaubte Spallanzani (sur la circulation du sang. Exp. 73, p. 177, 285) von ihrer Elasticität herrührend zu finden, obgleich er im Allgemeinen jede eigene Bewegung läugnet (l. c. p. 252. Exp. 34, 46, 47, 48). Hewson (l. c. p. 24) schreibt diese Erscheinung der Wendung der platten Bläschen von der flachen nach der Randseite zu, und gewiß kann diese Wendung den Anschein des Länger- und Breiterwerdens veranlassen, obgleich durch stärkeren Druck auch eine elastische Ausdehnung möglich ist, die aber nichts mit einer Lebensbewegung zu thun hat.

§. 24.

Wenn demnach also keine entscheidende Beobachtung dafür spricht, daß die Blutbläschen der bildende Theil des Bluts sind, so frägt es sich, was sie für eine andere Bedeutung haben. Poli (Testacea utriusque Siciliae I, p. 48) hat zur Erkenntniß derselben den ersten Wink gegeben, indem er beobachtete, daß die Bläschen der hungernden und außerhalb des Wassers am Athmen gehinderten Muscheln ihre Turgescenz verloren und zusammenfielen, während sie, sobald die Thiere wieder im frischen Wasser athmeten, zu ihrer gewöhnlichen Form anschwellen und turgescirten. Er schloß hieraus, daß die Bläschen mit Sauerstoffgas geschwängert wären und mit dem Athmungsproceß in Beziehung ständen. In der That stimmen auch alle Erscheinungen, welche das Lebensverhältniß der Blutbläschen darbietet, darin überein, daß sie nicht der bildende Theil des Bluts sind, sondern bloße mit der Luft beim Athmen in Wechselwirkung stehende Respirationsbläschen sind, die zugleich zur Erzeugung und Wiederbelebung des Plasma beitragen. Der ganze Respirationsproceß bezieht sich zunächst nur auf die Blut-

bläschen, und ihre Farbenveränderung durch das Athmen, von welcher allein die Blutfärbung überhaupt ausgeht, ist ein hinreichender Beweis, daß die Wirkung der Luft sich nur auf sie zunächst bezieht, und das verbrauchte Sauerstoffgas von ihnen absorbirt und die gebildete Kohlensäure durch sie vorzugsweise ausgeschieden wird. Denn diejenigen Thiere, in deren Blut die größte Menge von Bläschen gefunden werden, wie die Säugethiere und Vögel, verbrauchen die verhältnißmäßig größte Menge Sauerstoffgas und bilden die meiste Kohlensäure, wogegen bei den Amphibien und luftathmenden Mollusken, welche nur eine geringere Anzahl von Blutbläschen besitzen, auch der Verbrauch und die Bildung jener Luftarten in demselben Verhältnisse geringer ist. Ohne eine nähere Begründung hatten schon frühere Aerzte, besonders Bernoulli (de musculor. motu ed. Michelott. n. 5, p. 6), Bohn (Circulus anat. physiolog. p. 179) u. A. die Meinung ausgesprochen, daß in den Blutbläschen elastische Luft enthalten sey. Jurin (Philos. Transact. n. 361) erwiederte indeß hierauf, daß alsdann die Bläschen nicht schweret als Wasser seyn könnten, sondern specifisch leichter seyn müßten. Dieser Einwurf widerlegt sich indessen durch unsere oben angeführte Beobachtung, daß die Bläschen ihre größere specifische Schwere nur durch den Gehalt an Farbstoff, womit die an sich farblose Hülle der Bläschen geschwängert ist, erhalten haben, und daß die von Farbstoff befreiten Bläschen der Säugethiere und Amphibien allerdings specifisch leichter werden, wie es die farblosen Bläschen der niederen Thiere schon ursprünglich sind. Die specifische Schwere scheint genau mit dem Gehalt an Farbstoff in Verhältniß zu stehen, so daß schon die wenig gefärbten Bläschen der Fische und die Blutbläschen in der Lymphe der höheren Thiere so leicht nicht mehr im Plasma untersinken; obgleich schon durch ihre Größe ein leichteres Senken, als bei den sehr kleinen Bläschen der Säugethiere, die dem feineren Staube beim Schlämmen im Wasser ähnlich, länger im Plasma schweben, bedingt ist. Auch scheint die Luft der Bläschen zum Theil mit dem Farbstoff innig verbunden, so daß dieser Theil mechanisch nicht getrennt werden kann, obgleich es entscheidende Beweise gibt, daß die Luft wirklich von den Bläschen absorbirt war. Schon Lavoisier war es bekannt, daß beim Athmen in den Lungen mehr Sauerstoffgas vom Blut absorbirt als Kohlensäure gebildet wird, und er nahm an, daß dieser verschwundene Theil Sauerstoff unverändert in das

Blut übergegangen sey (Mém. de l'Acad. des Scienc. Paris 1789, p. 572), woraus denn Lavoisier die Wärme-Erzeugung nach seiner Verbrennungstheorie im Blute selbst erklärlich fand. Auch Pfaff (Nordisches Archiv f. d. Naturk. Bd. 4, S. 132), Allen und Pepys (Phil. Transact. 1808, II, p. 294), Davy (Researches chem. and philos. chiefly concerning nitrous oxyde and its respiration p. 331 sq.) fanden eine Volumenverminderung der geathmeten Luft, die von verschwundenem Sauerstoffgas herrührte. Beim Athmen einer Maus in 15 Kub. Zoll atmosphärischer Luft, in Davy's Versuchen, betrug die Volumenverminderung 0,6 — 0,8 Kub. Zoll. Dieses Sauerstoffgas kann nur mit den Blutbläschen verbunden seyn, weil ihre plötzliche Farbenänderung ganz durch die Einwirkung des Sauerstoffgases bedingt ist. Christison hat neuerlich gezeigt, daß bei unmittelbarer Berührung des Bluts mit der Luft dasselbe Verhältniß stattfindet. Von 10 Kub. Zoll Blut wurden 0,57 — 1,4 Kub. Zoll Sauerstoffgas absorbirt, aber nicht mehr als 0,25 Kub. Zoll kohlensaures Gas anstatt dessen gebildet (Notizen d. Nat. u. Heilk. 644). Ob das absorbirte Sauerstoffgas unverändert in den Bläschen enthalten ist oder sogleich zur Bildung von kohlensaurem Gase verwendet wird, ist zweifelhaft, doch ist das Letztere wahrscheinlich, da auch bei der Respiration der Pflanzen das einmal absorbirte Sauerstoffgas nach Saussure sich durch gelinde Erwärmung und die Luftpumpe nicht rein wieder erhalten läßt, sondern in Kohlensäure verwandelt ist. Doch wollte Davy durch Erhitzung von arteriellem Kalbsblut ein Gemenge von kohlensaurem und Sauerstoffgas erhalten haben (Gilb. Ann. Bd. 12, p. 593). Nach Collard de Martigny entwickelte jedoch Arterienblut eines Hundes in der toricellischen Leere einer Barometerröhre nur kohlensaures Gas (Magend. Journal de physiol. 1830). Dennoch scheint das Sauerstoffgas, so lange die Bläschen hellroth bleiben, zum Theil unverändert in ihnen gebunden zu bleiben, denn durch Imprägnation mit kohlensaurem Gase färben sie sich dunkel, wie wir oben gezeigt haben. Die dunkeln Bläschen des Venenbluts scheinen bloß kohlensaures Gas zu enthalten. H. Davy fand, daß sich durch Erhitzung des Venenbluts vom Menschen bis 112° F. kohlensaures Gas und Wasserdunst entwickelte. Brande fand, daß Venenblut unter der Luftpumpe kohlensaures Gas und zwar bis 2 Kub. Zoll aus einer Unze, entwickle, welches durch Baryt-

wasser geleitet dieses trübe (Annal. de Chimie et de Phys. T. 10, p. 207), was auch Bauer und Home (Philos. Transact. 1818. p. 181) und später Scudamore (Vers. über das Blut a. d. Engl. S. 88) bestätigt fanden, nur mit dem Unterschiede, daß Scudamore aus 6 Unzen Blut nicht mehr als 0,31 — 0,48 Kubikzoll Luft erhielt. Nach Tisch, besonders aber nach dem Genusse von Porterbier, war die gewonnene Luftmenge am größesten. Die Beobachtungen wurden so angestellt, daß in die Oeffnung der Flasche mit dem Blut eine gebogene Röhre befestigt wurde, deren untere Oeffnung unter der Luftpumpe in Barytwasser stand, so daß die entwickelte Luft durch das Barytwasser streichen mußte. R. Clanny erhielt aus 16 Unzen Blut 1 Kubikzoll Kohlensäure (Behrend Repert. d. med. J. Mai 1832). Andere Beobachter, wie John Davy (Froriep Notizen 21, 209 aus dem Journ. de Chimie méd. T. 5. 246), Strohmeyer (liberumne acidum sanguine continetur? Diss. inaug. Gotting. 1831, ausg. in Schweigger Journ. 1831), Bergemann und J. Müller (Müllers Handbuch d. Physik 1, 312) konnten mit der Luftpumpe und durch Erhitzen kein kohlensaures Gas erhalten, doch erhielten die letzteren durch Erhitzen kleine Gasbläschen, welche sie aber nicht in Anschlag bringen. Indessen finde ich bei Wiederholung der Brande'schen sowohl wie der Martigny'schen Versuche, daß es unzweifelhaft ist, daß sich Luft aus dem Venenblut entwickeln läßt; nur ist die Menge nicht so groß, als Home und Brande angeben, und bei dem Versuche mit der Luftpumpe entwickelt sich nicht eher als bis zur möglichst vollständigen Entleerung und nach längerem Stehen des Bluts unter der Luftpumpe Kohlensäure, welche das Barytwasser unter dem Recipienten trübt, so daß die genannten Beobachter, welche keine Luft erhielten, ihre Versuche wahrscheinlich zu früh unterbrochen haben, oder eine viel größere Quantität erwarteten, und die erhaltene geringe Menge für nichts ansahen, wie J. Müller. Die Luftentwicklung wird durch den Zusatz einer concentrirten Küchensalzlösung zum Blute sehr begünstigt. Es gibt auch noch einen andern Beweis dafür, daß gebildetes kohlensaures Gas im Blute vorhanden ist, nämlich die Aushauchung von kohlensaurem Gase durch die Lungen nach dem Einathmen von Wasserstoffgas und Stickstoffgas, welches schon Spallanzani bei Schnecken und Fröschen bewiesen hatte (Mémoir. sur la respiration, p. 64, 344).

Diese Erscheinungen sind später von Davy beim Athmen von Stickstofforydulgas und Wasserstoffgas (Gilb. Annal. d. Phys. Bd. 19, S. 320) von Contenceau und Nysten beim Athmen von Stickgas (Meckels Archiv f. Phys. 2, 256), von Edwards (Influence des agens physiques p. 445) beim Athmen von Wasserstoff sowohl an Fröschen als an Katzen bestätigt worden. Collard de Martigny hat auch nach dem Ausdrücken der Luft aus der Lunge der Frösche vor dem Versuche dieselbe Aushauchung von Kohlensäure in Stickstoffgas beobachtet (Magendie Journal de physiol. 1830, p. 121), was J. Müller und Bergemann mit ähnlichem Erfolge wiederholt haben (Physiol. 1, 322). Die Menge des ausgehauchten kohlensauren Gases ist nicht viel geringer, als wenn die Thiere in atmosphärischer Luft athmen, ungefähr 1,36 Kubikzoll in 8 Stunden. Auch frisches Blut mit Wasserstoffgas unmittelbar eingeschlossen haucht kohlensaures Gas aus. Fr. Nasse beobachtete, daß Kalkwasser von dem Wasserstoffgase, was 24 — 48 Stunden mit Blut in Berührung gewesen, getrübt wurde, und ich finde bei Wiederholung des Versuchs, daß der Erfolg ebenso unzweifelhaft ist, wie das Aushauchen von Kohlensäure durch die Lungen beim Athmen von Wasserstoffgas. Es kommt nur darauf an, daß man kleinere Quantitäten Gas mit größeren Blutmengen schüttelt, um den Erfolg entscheidend zu haben, der auch mit allen sonstigen Erscheinungen des Blutlebens übereinstimmt. Auch Hoffmann beobachtete, daß Venenblut, das mit Wasserstoffgas geschüttelt wird, Kohlensäure entwickelt, welche durch die Luftpumpe nicht frei wird (Lond. med. Gazette. Müller Archiv f. Physiol. 1, S. 105). Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann wollte es nicht gelingen, Luft aus dem Blute zu entwickeln (Tiedemann Zeitschrift Bd. 5, Heft 1).

Ich habe nun aber eine Methode entdeckt, wodurch man leichter und entscheidender als durch alle oben genannten Versuche die wirkliche Anwesenheit von Luft im Blut jeden Augenblick darthun kann. Ich nehme ein Glas, das mit einem vollkommen luftdicht eingeschliffenen Glasstöpsel verschlossen werden kann, und fülle dieß direct aus der Ader mit warmem Blute bis über die Mündung. Nun drücke ich den Stöpsel sogleich fest durch die Oberfläche des Bluts in die Mündung des Glases, so daß dessen ganzes Innere, wie beim Bestimmen des specifischen Gewichts, völlig mit Blut an-

gefüllt und die Mündung zugleich hermetisch verschlossen ist. Indem nun das Blut allmählich erkaltet, bildet sich durch Verminderung des Volumens des Bluts ein dem Umfange dieser Volumenverminderung entsprechender luftleerer Raum, in welchem sogleich Luftblasen aus dem Blut aufsteigen, die sich im obern Raume des Glases sammeln. Wenn man zur schnelleren Abkühlung des Bluts das Glas sogleich in kaltes Wasser stellt, so geschieht die Luftentwicklung zusehends schnell und ist in kürzerer Zeit beendet, weil die Volumenverminderung bald ihren höchsten Grad erreicht. Man sieht sowohl aus dem Arterienblut als aus Venenblut diese Luftentwicklung, die Quantität scheint aber aus Venenblut etwas größer zu seyn. Daß also überhaupt Luft im Blute vorhanden ist, leidet nicht den mindesten Zweifel, und daß die Blutbläschen der wahre Sitz derselben sind, geht aus ihren eben beschriebenen Veränderungen bei der Wechselwirkung mit den Luftarten (§. 11) und aus dem Verein aller Eigenschaften derselben hinreichend hervor.

Daher scheint denn auch die Farbenveränderung des Bluts durch Sauerstoffgas nur bei Integrität der Bläschen, wobei eine lebendige Wechselwirkung stattfindet, zu geschehen. Denn ich finde, daß der in Wasser aufgelöst'e Farbstoff des Bluts nicht die merkliche Röthung zeigt, wenn er mit Sauerstoffgas geschüttelt wird, als wenn dieß mit einem Gemenge von Blutserum und unveränderten Bläschen geschieht. Auch Berzelius (Thierchemie übers. v. Wöhler, S. 49) sagt, daß die Auflösung des Farbstoffs in Wasser an der Luft nicht die hohe rothe Farbe des arteriellen Blutes erhalte, welche die mit Serum vermengten unveränderten Blutbläschen in Berührung mit Sauerstoffgas annehmen.

§. 25.

Indem es also erstens gänzlich an directen Beweisen dafür, daß die Blutbläschen an dem Bildungsprocesse Theil haben, fehlt, und zweitens die Organisation der Bläschen und ihr Farbstoffgehalt bei höheren Thieren dem Bildungsprocesse ganz widersprechend ist, indem die aus dem Blute gebildeten Theile sonst die rothe Farbe der Bläschen haben und selbst aus Bläschen zusammengesetzt seyn müßten, was sich aber nirgends findet; da ferner bei Mollusken, bei denen das bildende Leben so außerordentlich überwiegt, nur eine verhältnißmäßig geringe Menge Bläschen gefunden wird, was auch schon

bei Amphibien und Fischen, wenn gleich nicht in demselben Verhältnisse, der Fall ist; so kann man die Theorie, daß die Bläschen der bildende Theil des Bluts sind, als einen vollkommenen Irrthum betrachten. Was Home früher von den Muskelfasern glaubte, daß sie Reihen von Kernen der von Farbstoff befreiten Blutbläschen gebildet wären, hat neuerlich zwar Ehrenberg, in der Gratulationsschrift zu Hufelands Jubelfeier, wieder von der Hirnsubstanz ausgesprochen, weil die größeren Kügelchen der Rindensubstanz des Gehirns bei Thieren, die größere Blutbläschen haben, auch größer seyen. Indessen reicht wohl die bloße Analogie der Größe dieser Theile nicht hin, den directen Ursprung der Hirnkügelchen aus Blutbläschen zu beweisen, um so weniger, da auch die Kerne der Bläschen eine ganz andere Form und ein von den Hirnkügelchen verschiedenes Ansehen haben, indem sie gekörnt, die Hirnkügelchen aber ganz gleichförmig aussehen, und da ferner aller Beweis fehlt, wie die Kerne aus den Bläschen und aus den Gefäßen sollten herauskommen können, um sich im Gehirn anzusetzen.

Dahingegen weis't aber die ganze Reihe von Erscheinungen, welche die Bildung der Bläschen und ihre Erfüllung mit einer elastischen Flüssigkeit, ferner ihr Verhältniß der Wechselwirkung mit der Luft bei dem Respirationsprocesse darbieten, und insbesondere die Anwesenheit der größten Menge von Bläschen in dem Blute der Vögel, deren Respirationsproceß am entwickeltsten ist, nothwendig darauf hin, daß sie bloße Respirationsorgane des Bluts sind, die mit dem Bildungsprocesse selbst unmittelbar in gar keiner Verbindung stehen.

Zweiter Abschnitt.

Das Plasma des Bluts.

§. 26.

Der Bildungsproceß des Bluts geht allein vom Plasma aus, und in diesem ist alle Lebenserregung zu suchen. Die wahre Erkenntniß der Natur und der lebendigen Verhältnisse des Plasma ist

durch eine unpassende Uebertragung der chemischen Bestandtheile des abgestorbenen auf das Blut, wie es lebendig in den Adern fließt, bisher getrübt, man kann sagen vollkommen behindert worden, indem die ganze Untersuchung schon dadurch eine falsche Richtung erhalten hat, daß man im lebenden Blute Bestandtheile suchte, die sich erst beim Absterben bilden, wodurch dann natürlich die Deutung der lebendigen Bestandtheile immer mißlingen mußte. Eins der eingewurzeltsten und zugleich das unrichtigste aller Vorurtheile, die aus dieser falschen Uebertragung entsprungen, ist dieses, daß im lebenden Blute schon die Producte der Gerinnung: Serum und Crassament gebildet seyen, und daß letzteres im Körper in Form von Kügelchen im Serum schwimme. Haller hat unter den früheren Aerzten am bestimmtesten die Gründe ausgesprochen, aus welchen er das Daseyn von Serum im lebenden Körper annahm. Die Bläschen (welche er Kügelchen nennt) schwimmen nach ihm in einer unsichtbaren Flüssigkeit, weil der Raum zwischen ihnen ausgefüllt sey, wodurch bewirkt werde, daß auch die Gefäße, in denen keine Kügelchen fließen, ausgedehnt bleiben, auch die Bläschen selbst nicht rollten, nicht aneinander stießen und ohne Reibung sich fortbewegten (Opera minora, T. I, Exp. 3, p. 63, 64, 83, 192). Diese Flüssigkeit sey unter dem Namen Lymphe oder Serum bekannt. (l. c. p. 177). In dieser letzten Aeußerung Hallers liegt deutlich der Grund aller späteren Irrthümer über das Plasma, indem daraus hervorgeht, daß man das Serum, welches nach der Gerinnung des Bluts aus dem Blutkuchen als chemischer Bestandtheil erst abgeschieden wird, für eins und dasselbe mit dem Plasma im lebenden Blute gehalten hat, worin die Bläschen schwimmen. Doch bleibt es ungewiß, ob Haller unter Lymphe die Lymphe der Lymphgefäße oder die plastische Lymphe des Hewson versteht, obgleich die erstere Deutung wahrscheinlicher ist, weil man unter plastischer Lymphe die gerinnbaren Ausschwitzungen verstand. Alle späteren Beobachter, welche Haller gefolgt sind, nehmen aber entschieden an, daß gebildetes Serum ebenso, wie es nach der Gerinnung entsteht, schon im lebenden Blut enthalten ist. Am bestimmtesten ist dieß von E. Home (Lectures on comp. anat. T. III, p. 165) und Prevost und Dumas (Bibl. univ. T. 17, p. 294) ausgesprochen worden, welche zugleich annahmen, daß auch der Faserstoff im Blute gebildet sey, und zwar aus den Kernen der

Blutbläschen bestehe. Nur Döllinger (Absonderung S. 21) weicht in etwas von diesen Ansichten ab. Nach ihm fließen die Blutbläschen nicht im Serum schwimmend, sondern (was Haller gerade bestimmt läugnete) wie die Sandkörner einer Sanduhr rollend. Doch nimmt auch Döllinger eine geringe Menge Serum im lebenden Blute gebildet an (l. c. p. 22), und glaubt nur, daß die Menge nicht so groß sey als die, welche sich bei der Gerinnung absondere, und daß ein Theil Serum mit den Bläschen verbunden sey, welcher erst nach dem Gerinnen sich abscheide.

§. 27.

Um das Wahre in den hierher gehörigen Erscheinungen zu finden, muß man hier zweierlei Dinge wohl unterscheiden: 1) Gibt es überhaupt eine Flüssigkeit, in welcher die Bläschen schwimmen, oder besteht das Blut ganz aus Bläschen? 2) Wenn eine Flüssigkeit vorhanden ist, ist diese wirklich Serum, oder welches ist sonst ihre Natur? Daß eine Flüssigkeit vorhanden ist, worin die Bläschen schwimmen, darin stimmen alle, selbst Döllinger im Wesentlichen, überein, und in der That muß besonders bei den niederen Thieren, wo die Bläschen nur einen unmerklich kleinen Theil in der flüssigen Blutsubstanz bilden, aller Zweifel hierüber schwinden. Nun aber hatte man bisher angenommen, daß diese Flüssigkeit Serum sey, und dieß ist eben der Irrthum, welcher nicht bloß mit allen sonstigen Erscheinungen des Blutlebens im Widerspruche steht, sondern auch schon durch die Versuche von Hewson berichtigt werden kann. Aus den Hewson'schen sowohl als aus unseren eigenen oben erzählten Versuchen geht nämlich unzweifelhaft hervor, daß die Flüssigkeit des Bluts nach Absonderung der Bläschen die eigentliche gerinnende Blutsubstanz selbst ist, welche erst bei der Gerinnung Serum und Fibrine, welche beide im lebenden Blute noch gar nicht existiren, aus sich bildet, kurz daß dieß das wahre Blutplasma ist. Das Plasma versteckt sich nur scheinbar in der größern Menge farbiger Bläschen im ausgebildeten Blute der höheren Thiere. Bei allen Mollusken und Gliederthieren tritt es so überwiegend gegen die Bläschen (ähnlich wie in der Lymphe der höheren Thiere) vor die Augen, daß man in jedem Tropfen Schnecken- oder Krebsblut seine Eigenschaften ohne alle künstlichen Experimente erkennt, denn die wenigen darin zerstreuten Bläschen verschwinden

hier fast im Plasma. Ueberall ist das reine Plasma nach der Absonderung der Bläschen eine farblose, gleichförmige Flüssigkeit von klebriger Beschaffenheit, welche die Fähigkeit zur Gerinnung an der Luft hat, die dem Serum fehlt, und aus welcher sich bei dem Gerinnen ein ganz farbloser Blutkuchen, der den Faserstoff oder die Fibrine enthält, und ein ebenso farbloses Serum bilden. Daß der Faserstoff wirklich dem Blutplasma angehört, konnte nach den Versuchen von Hewson nicht mehr zweifelhaft seyn, da er sich nach der Trennung von den Bläschen in Fibrine und Serum scheidet. Es konnte also nur bei einer gänzlichen Unbekanntschaft mit diesen Versuchen geschehen, daß E. Home (Phil. trans. 1818), so wie Gruithuisen (Physiognos. u. Fautognosie S. 92) und Prevost und Dumas (Bibl. univ. T. 17, p. 220) glaubten, der Faserstoff werde durch Vereinigung der isolirten Kerne der Blutbläschen gebildet, da er sich ja auch nach der gänzlichen Absonderung der Bläschen sammt ihren Kernen bloß aus dem Plasma bildet. Man kann jedoch das Verhältniß des Faserstoffs im lebendigen Plasma nicht so ansehen, daß er im Serum chemisch aufgelöst sey, wie es Berzelius und J. Müller (Zoochemie p. 62, Physiologie I, 105) darstellen, vielmehr ist der Faserstoff erst eine organische Bildung aus dem Plasma, die nur unter der Bedinguug erfolgt, daß das Blut lebendig ist, anstatt sich unter allen Umständen Faserstoff bilden müßte, wenn es eine chemische Auflösung wäre. Dieß wird aus der Natur des Gerinnungsprocesses hervorgehen. Die Absonderung des Faserstoffes aus dem Plasma durch Gerinnung wird nach den Versuchen von Hewson sehr durch Wärme, doch schon weit unterhalb der Temperatur, bei welcher das Serum gerinnt, begünstigt. Das Plasma blieb in einer Temperatur von 36,4° R. (114° F.) noch flüssig, war aber bei 38,2° R. in andern Versuchen bei 39,1—39,2° R. geronnen, so daß also die Gerinnung in einer Temperatur zwischen 36,4 — 39,2° R. erfolgt. Auch das durch Glaubersalz flüssig erhaltene Plasma gerann bei 41,3° R. Dagegen erfordert Serum eine Temperatur von 52,4—56,8° R. zur Gerinnung. Die Menge des Faserstoffes, welche sich bei der Gerinnung des Plasma unter verschiedenen Umständen bildet, ist ganz verschieden, wie aus folgenden Versuchen erhellt, die zugleich beweisen, daß die Fibrine im Serum nicht als chemische Auflösung enthalten ist.

Fibrinegehalt des farblosen Blutplasma nach dem Senken der Blutbläschen.

§. 28.

Die sogenannte Entzündungshaut, welche sich im Blute der Schwangern und mancher Entzündungskranken durch Gerinnung des farblosen Blutplasma nach dem Senken des Cruors (mit welchem Namen man die Masse der Bläschen bezeichnen kann) bildet, erscheint in der Regel viel fester als der Blutkuchen, welcher den Cruor in sich enthält. Dieß ließ vermuthen, daß jener festere Kuchen auch einen größeren Gehalt an festen Theilen von Fibrine (gerinnbarer plastischer Lymphe) enthalten würde, und es scheint von Interesse, dieses näher zu bestimmen. Ich habe daher durch mehrere Versuche an Arterien und Venenblut den Fibrinegehalt des nach Absonderung der Cruorbläschen gerinnenden Blutplasma zu bestimmen gesucht. Ich bewirke an größeren Quantitäten Blut diese Absonderung leicht dadurch, daß ich das aus der Ader fließende Blut in ein längeres Stück Rindsdarm sammle, das vor dem Einfließen an dem untern Ende und nach dem Füllen mittelst eines Trichters auch an dem obern Ende unterbunden wird, um alle Lufteinwirkung abzuhalten. Die so gefüllten Darmstücke hänge ich dann entweder frei, oder noch mit Papier umwickelt, mit einem Ende ruhig auf und warte einige Minuten, bis die Bläschen sich gesenkt haben und der oben stehende Theil des Plasma klar und durchsichtig ist. Alsdann schnüre ich an der Gränze des durchsichtigen und cruorhaltigen Theils mittelst eines Fadens das Darmstück zusammen, so daß beide Theile auf diese Weise ganz gesondert sind. Man kann nun entweder das klare Plasma aus dem obern Darmtheile durch einen Einstich heraus und in einem Gefäße gerinnen lassen, oder auch die Gerinnung in dem Darm abwarten. In ersterem Falle kann man auch durch Schlagen die Fibrine aus dem flüssigen Plasma absondern. Man kann den Versuch auch so anstellen, daß man Cylindergläser mit frischem Blute ganz bis an den Rand füllt und nun auf die Oberfläche des Bluts ein über den Rand des Glases hinausragendes Stück geleimtes Papier (Schreibpapier) legt. Dadurch wird die Luft ebenfalls hinreichend abgehalten, um vor dem Gerinnen das Senken der Cruorbläschen zu bewirken. Nachdem alsdann das Blut gelatinirt ist, nehme ich vor der Abson-

derung von Serum den ganzen Blutcylinder heraus und schneide ihn in der Mitte zwischen dem farblosen und cruorhaltigen Theile durch, um beide Theile dann zur Abscheidung des Serums in besondere Gefäße zu legen. Um diese Bildung gehörig vor sich gehen zu lassen, muß man das Auswaschen in der Regel erst 14—24 Stunden nach dem Sammeln des Bluts vornehmen; denn man erhält weniger Fibrine, wenn man die Kuchen gleich nach dem Gelatiniren auswäscht. Ich will hier nur einige Versuche mittheilen, in denen ich durch Auswaschen des farblosen gelatinirten Plasma die Fibrine an Pferdeblut abgesondert habe. Ich habe zur Vergleichung immer von demselben Blute zugleich den untern Theil des Blutkuchens, der in Verbindung mit den niedergesunkenen Cruorbläschen geronnen war, ausgewaschen, um die Differenz zwischen dem mit und ohne Cruor geronnenen Plasma zu heben. Zweitens aber habe ich untersucht, wie groß die Differenz des Fibringehalts in dem kurz nach dem Gelatiniren und länger nachher ausgewaschenen Kuchen ist, und wie sich die Sache in dem an der Luft und in dem in Glasgefäßen oder Darmstücken geronnenen Plasma verhält. Die in Darmstücken geronnene Lymphe ist selbst nach 24 Stunden immer nur unvollkommen geronnen, und hat noch wenig Serum ausgeschieden. Seihet man dieses Serum sogleich nach dem Herausnehmen des Coagulums aus dem Darmstück ab, so findet sich, daß es an der Luft nach wenigen Minuten selbst noch coagulirt, und also eine gewisse Menge gerinnbarer plastischer Lymphe aus sich bilden kann, welche es in dem Darmstück eingeschlossen binnen 24 Stunden nicht gebildet hatte. Daher kommt es denn, daß man nicht allein aus dem rein für sich geronnenen und aus dem in Verbindung mit dem Cruor geronnenen Plasma eine verschiedene Menge Fibrine erhält, sondern auch diesen Fibringehalt verschieden findet, je nachdem die Gerinnung an der Luft oder in einem Darmstücke vor sich gegangen war, oder kürzere oder längere Zeit gedauert hatte. In dem Maße nun, als die Bildung der Fibrine in dem Gerinnungsprocesse zunimmt, nimmt der Eiweißgehalt des Serums ab und umgekehrt, so daß man sich Serum-Eiweiß auf Kosten der Fibrine, und Fibrine auf Kosten des Serum-Eiweißes bilden sieht.

Zwei Unzen reines Venenblutplasma, das in einem Darmstück acht Stunden aufbewahrt und darin geronnen war, gab durch

Auskneten und Auswaschen 57 Gran feuchter Fibrine, d. i. 5,94 Proc. Diese wog getrocknet 12¼ Gran oder 1,27 Proc.

Der in der unteren Hälfte des Darmstücks befindliche Theil des Bluts mit dem Bodensatze von Cruor, 2½ Unze und 20 Gran an Gewicht, wurde ebenso ausgewaschen und gab 27 Gran feuchte Fibrine oder 2,21 Procent, und diese wog getrocknet 7 Gran, d. i. 0,57 Proc.

Von demselben Pferde wurden 3 Unzen 6 Drachmen und 40 Gran reines Arterienblutplasma, welches an der Luft in einem offenen Glase nach der Sonderung von dem Cruor geronnen war, ausgewaschen. Es gab 135 Gran feuchte Fibrine oder 7,33 Procent. Diese wog nach dem Trocknen 28 Gran, d. i. 1,52 Procent. Der unter dem Plasma stehende Theil des Bluts mit dem Bodensatze von Cruor, 6 Unzen an Gewicht, gab durch Auswaschen an feuchter Fibrine 42 Gran oder 1,45 Proc., und diese wog nach dem Trocknen 10 Gran, was 0,34 Proc. beträgt.

Von demselben Arterienblute fing ich eine andere Portion in einem Darmstück auf und ließ es darin gerinnen. Das oben stehende reine Plasma, 2 Unzen 7 Drachmen an Gewicht, gab 72 Gran feuchter Fibrine oder 5,21 Proc., und diese wog nach dem Trocknen 16½ Gran, was 1,19 Proc. beträgt.

Auch der Zusatz von Küchensalz und andern Neutralsalzen zum frischen Blut in solchem Verhältnisse, daß das Blut dadurch flüssig bleibt (auf 6 Unzen Blut ungefähr ½ Unze Salz), vermindert die Bildung der plastischen Lymphe. 6 Unzen und 5 Drachmen Venenblut desselben Pferdes wurden mit 4 Drachmen Küchensalz vermengt und umgerührt, so daß das Blut flüssig blieb. Nach ½ Stunde setzte ich so viel Wasser hinzu, daß das Gelatiniren erfolgte, und nach 6 Stunden, wo die Masse völlig geronnen war, wurde sie ausgewaschen. Es blieben 65 Gran feuchte Fibrine oder 2,04 Proc. zurück, und diese wog nach dem Trocknen 15¼ Gran oder 0,48 Proc.

Es geben also an Fibrine:

	feucht.	trocken.
1. Venenblutplasma, rein, in einem Darm geronnen	5,94 Proc.	1,27 Proc.
2. Dasselbe mit dem Bodensatze von Cruor	2,21 —	0,57 —
Mehr im reinen Plasma .	3,73 —	0,70 —
Mittel von beiden . . .	4,07 —	0,92 —

	feucht.	trocken.
3. Arterienblutplasma, rein, an der Luft geronnen	7,33 Proc.	1,52 Proc.
4. Dasselbe mit dem Bodensatze von Cruor	1,45 —	0,34 —
Mehr im reinen Plasma .	5,88 —	1,18 —
5. Arterienblutplasma, in einem Darme geronnen	5,21 —	1,19 —
Wird dieses von Nr. 3 abgezogen, so ergibt sich weniger Fibrine bei der Gerinnung in dem Darme	2,12 —	0,33 —
6. Das mit Salz vermengte Venenblut lieferte Fibrine	2,04 —	0,48 —
Wird dieses von dem Mittel aus Nr 1 und 2 abgezogen, so ergibt sich weniger Fibrine durch Salzzusatz	2,03 —	0,44 —

Durch diese Erscheinungen zeigt sich besonders, daß man das Blutplasma nicht als eine chemische Auflösung von Fibrine in Serum ansehen darf, sondern daß das Plasma eine lebendige Einheit ist, welche bei dem Gerinnungsprocesse nach Maßgabe der verschiedenen äußeren Bedingungen Serum und Fibrine und zwar beide in ganz verschiedenen gegenseitigen Verhältnissen erst bildet, was unmöglich der Fall seyn könnte, wenn die Fibrine schon fertig als eine chemische Auflösung im Serum vorhanden wäre. Vielmehr ist das Plasma eine organisch gleichartige lebendige Flüssigkeit, welche nur die Bedingungen zur Erzeugung sowohl des Serums als der Fibrine enthält, ohne daß beide Theile darin in einer chemischen Solution enthalten wären. Auch kann es schon deßhalb keine chemische Auflösung seyn, weil die Fibrine eine innere organische Gestaltung zeigt, ebenso wie die aus den Gefäßen schwitzende plastische Lymphe, was mit einer chemisch aufgelöst'en Substanz nicht der Fall seyn könnte.

Bildung des Plasma.

§. 29.

Das Plasma bildet sich im Blute des Embryo vor den Blutbläschen, so daß man zuerst das farblose Plasma ohne Bläschen und auch ohne Dotterkügelchen im Embryo der eierlegenden Thiere

fließen sieht. Man erkennt die Bewegung des farblosen Plasma im Embryo der Fische auf zweierlei Weise: 1. Indem man vor der Bildung der Bläschen den Schwanz durchschneidet, wo dann eine farblose an der Wundfläche gerinnende Flüssigkeit ausströmt. 2. Sieht man das Strömen in der Dotterhaut, indem häufig einzelne zur Seite des Stroms liegende Dotterkügelchen mit dem Strome fortgerissen werden, die zuweilen sich bloß einige Male herumrollen und dann wieder ruhig liegen bleiben, oder aber auf größere Strecken mit dem Strome fortschwimmen, doch wo sich Hindernisse finden, gewöhnlich wieder stocken und sich ansammeln, so daß sie den Strom erfüllen und das Plasma nur zwischen den Kügelchen durchströmt. Dieß ist gewöhnlich im Anfange der Bildung der Körpergefäße bei den Fischembryonen der Fall. Zuerst strömt durch diese Gefäße Plasma ohne Dotterkügelchen, selbst noch beim Beginn der Herzbildung (Tab. III, Fig. 2, a). Es hat daher den Anschein, als ob das Herz sich vor der Blutbildung und Blutbewegung schon bewegte, was aber gar nicht der Fall ist, indem der Inhalt bei der Durchsichtigkeit des Plasma's im Schattenlichte nur übersehen worden ist. In dem Gefäßnetz auf der Dotterhaut erkennt man die Strömung des farblosen Plasma's auch im Schattenlichte leicht daran, daß zuweilen ruhende Dotterkügelchen mit dem Strome fortgerissen werden, die dann in späterer Periode einzeln dem Herzen zugeführt und von diesem durch die Aorta in das Schwanzgefäß getrieben werden, doch ohne daß man die einzelnen Kügelchen in dem Strom erkennen könnte. Inzwischen erkennt man, daß wirklich mehrere Dotterkügelchen mit durchgetrieben werden, daran, daß sie sich beim Uebergang in das Venennetz (b) großentheils an den Seiten des Stroms wieder festsetzen und in größerer Menge ansammeln, so daß das Plasma zwischen sie durchströmt, was man leicht daran erkennt, daß wieder zuweilen einzelne Kügelchen mit den Strömen fortgerissen werden. Häufig bilden Haufen von stockenden Kügelchen in der Mitte des Stroms kleine Inseln, um welche dann der Strom sich theilt, und auf diese Art scheinen alle Inseln, welche in dem ursprünglichen Zustande der Schwanzvene ein zartes Netz von Strömen um sich bilden, zu entstehen.

§. 30.

Die Entstehung des Bluts bei der Verdauung der höheren Thiere geschieht ebenfalls so, daß sich das Plasma früher bildet, als die Lymphkügelchen und die Blutbläschen sich erzeugen. Der Chylus ist schon im Darmcanal bei Kaninchen und Hunden, auch bei Hühnern und Tauben, wie ich beobachtete, vor seiner Einsaugung gelatinirend, wie die Lymphe. Da nun hier noch keine Lymphkügelchen, sondern bloße Fett-Theilchen in ihm gefunden werden, aus denen sich später die Lymphkügelchen erst bilden, so scheint es gewiß, daß auch hier das Plasma das Ursprüngliche in der Blutbildung ist, wenigstens schon aus der Nahrung und aus der Körpersubstanz früher entstehen kann, als Kügelchen oder Bläschen mit dem Blut oder der Lymphe circuliren. Zwar sahen Tiedemann und Gmelin beim Pferde den Chylus vor dem Durchgange durch die Drüsen nicht gelatiniren. Aber Emmert beobachtete schon, daß er hier allerdings gerinnt, nur später und weniger Kuchen bildend, und dieß stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein. Auch Tiedemann und Gmelin selbst sprechen an einer Stelle von einer weißen Placenta aus dem Chylus vor dem Durchgange durch die Drüsen bei Pferden. Doch scheinen sowohl die Lymphkügelchen bei der Verdauung als die Dotterkügelchen in der Entwicklung des Embryo während ihrer Metamorphose einen wesentlichen Antheil an der Bildung des Plasma zu haben, denn der Grad des Festwerdens beim Gelatiniren der Lymphe, so wie die Menge der Fibrine, die sich daraus abscheidet, nehmen in dem Maße zu, als die Metamorphose der Lymphkügelchen geschieht und der Fettgehalt des Chylus abnimmt. Die Erscheinung, daß der Fettgehalt des Chylus im umgekehrten Verhältnisse mit dem Fibrinegehalte steht, war auch Tiedemann und Gmelin wohl bekannt. Sie fanden, daß der fast klare Chylus aus dem Milchbrustgange nüchterner Thiere vollständiger und fester gelatinirte und mehr frischen und trockenen Kuchen enthielt (1,00—1,75 bei nüchternen Pferden) als der milchige Chylus gefütterter Pferde, welcher nur 0,19—0,78 Proc. trockene Fibrine lieferte. Daraus schlossen sie, daß der Faserstoff des Chylus gar nicht aus der Nahrung entstehe, sondern aus dem Blut in die Lymphgefäße abgelagert werde. Inzwischen geht aus

meinen Beobachtungen hervor, daß es vorzüglich der Fettgehalt des Chylus und der Dotterkügelchen ist, durch dessen Umwandlung das Plasma und der Fibringehalt darin sich bildet, so daß mit dem allmählichen Verschwinden des Fettgehalts auch das Plasma sich mehr ausbildet. So lange das Blut der Froschembryonen noch die unveränderten Dotterkügelchen in den Bläschen enthält, gelatinirt es sehr schwach, und in dem Maße, als diese schwinden und die Kerne der Blutbläschen sich daraus bilden, nähert sich die Festigkeit des Kuchens dem des ausgebildeten Bluts. Nicht anders ist es bei der Bildung des Chylus im Darmcanale. In den Lymphgefäßwurzeln vor dem Durchgange durch die Drüsen, wo noch die einfachen Fettkügelchen im Chylus enthalten sind, gelatinirt er schwach; in dem Maße, wie sich nach dem Durchgange durch die Drüsen die Fettkügelchen verkleinern und an Menge abnehmen, nimmt die Festigkeit des Kuchens beim Gelatiniren zu, so daß sie oft nach meinen Beobachtungen an Pferden wenig von dem wirklichen Blutkuchen zu unterscheiden ist. Enthält aber der Chylus bei starker Fütterung (wodurch die völlige Assimilation des Chylus behindert wird, indem ein großer Theil unveränderter Fettkügelchen durch die Lymphdrüsen in den Milchbrustgang übergeht) noch im Milchbrustgange sehr viel unveränderte Fettkügelchen, so zeigt sich auch hier noch eine schwächere Gerinnbarkeit; doch finde ich nicht bestätigt, daß der Chylus ganz nüchterner Pferde immer mehr Fibrine bildet als der Chylus gefütterter. Ich fand in dem milchigen Chylus eines mit Hafer gefütterten Pferdes 0,48 Proc. Fibrine, in dem klaren Chylus eines ganz nüchternen 0,36 Proc., hingegen in dem fast klaren Chylus eines Pferdes nach ganz vollendeter Digestion 1,50 Proc. Es scheint also nur auf den Grad der Assimilation anzukommen, den der Chylus bereits erfahren hat, um eine größere oder geringere Menge Plasma zu bilden. Man könnte sogar aus dem Umstande, daß der Faserstoff noch einen geringen Gehalt im unveränderten Fett enthält, vermuthen, daß ein Theil Chylusfett in ihn überginge. Ob sich nun das gerinnbare Plasma direct aus dem Fette des Chylus bildet, oder ob das Fett erst durch eine Mittelstufe von Eiweißbildung in gerinnbare Lymphe übergeht, ist noch eine andere Frage. Der oben angeführte Umstand, daß bei einer Gleichheit der festen Bestandtheile des Plasma's die Menge des bei dem Gelatiniren gebildeten Faserstoffs verschieden seyn kann, je

nachdem sich eine größere oder geringere Menge Eiweiß im Serum findet, scheint wenigstens die Möglichkeit eines Ueberganges von Eiweiß in Fibrine anzudeuten. Bedenkt man nun, daß bei hungernden oder durch Lähmung gestorbenen Thieren das Plasma oft gar nicht gelatinirt und also keinen Faserstoff bildet, so scheint auch dieses nicht anders als durch unvollkommene Ausbildung des Eiweiß zu Fibrine, oder durch eine rückgängige Veränderung der schon gebildeten Fibrine im Eiweiß geschehen zu können, so daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß sich auch Eiweiß in Fibrine umbilden könne.

§. 31.

Da man nun in der Bildungsgeschichte der Blutbläschen in Embryonen der Frösche, der Vögel und Fische deutlich sieht, daß die Fettkügelchen des Dotters während und nach der Bildung der Bläschen in dem Maße, als sich das Plasma mehr entwickelt, allmählich resorbirt werden, so daß beim Frosche vielleicht drei Viertheile ihrer Substanz schwindet, bevor sie in die Kerne der Blutbläschen übergehen, so frägt es sich, ob mit der vollendeten Bildung der Bläschen diese Metamorphose und Resorption ein für allemal beendet ist, oder ob sie auch weiter bis zum völligen Schwinden des Kerns in den Bläschen sich fortsetzt oder fortsetzen kann. Alle Erscheinungen sprechen dafür, daß man diese Frage bejahend beantworten und im lebenden Körper eine ähnliche beständige Wiederauflösung der Elemente der Blutbläschen anzunehmen berechtigt ist. Man sieht nämlich die Kerne der Blutbläschen von durchaus verschiedener Größe, was sich bei den Amphibien am bestimmtesten beurtheilen läßt, aber wie oben angegeben, auch bei Vögeln und Säugethieren findet. Ob nun die kleineren Kerne aus den größeren durch allmähliche Auflösung wie bei der bis zum Schwinden fortgehenden Verkleinerung der großen Dotterkügelchen in den Bläschen der Froschembryonen entstehen, läßt sich direct nicht so wie an diesen beobachten, indessen macht es die Analogie wahrscheinlich, da wir auch die großen Lymphkügelchen der Säugethiere bei ihrer Umbildung in Blutbläschen sich auf ähnliche Weise durch Auflösung verkleinern sehen. Es scheint also, ob die bei der Respiration von den Bläschen absorbirte Luft besonders dazu beiträgt, die Umbildung und allmähliche Auflösung der Kerne zu befördern, und daß der im Plasma metamorphosirte Inhalt der Bläschen allmählich durch die

Bläschenwand durchschwitze, bis dieses selbst leer erscheint, wie man denn in der That auch viele Bläschen findet, in denen man vergebens die Kerne sucht. Auf diese Weise würde denn auch der Zweck der Respiration als ein die Blutbildung vollendender Proceß erklärlich werden, indem die Bläschen darin als bloß vermittelnde Organe, um das Plasma zu erzeugen, erscheinen. Wie die leeren Bläschen selbst nach Vollendung ihres Lebenskreises aufgelöst und ausgesondert werden, scheint aus dem Verhältniß ihres Farbestoffes zum Plasma wohl erklärlich. Immer findet sich nämlich das Plasma etwas geröthet, weil der Farbestoff nicht gänzlich unauflöslich in Plasma ist, und zwar um so weniger, je mehr Wasser dieses enthält, was auch mit dem Serum der Fall ist. Die Farbe der Bläschen scheint sich nur durch eine beständige Nachbildung von Farbstoff in ihnen mittelst der Respiration gleichmäßig zu erhalten. Sobald aber durch Auflösung des Kerns der bildende Stoff, aus dem sich ohne Frage auch die Farbe entwickelt, geschwunden ist, ist bei der allmählichen durch keine Wiedererzeugung ergänzten Auflösung ihr allmähliches Schwinden unvermeidlich. Die Wiederauflösung der Bläschen scheint auch durch den Gang der Bläschenbildung aus dem Chylus nothwendig gefordert. Denn bei der immerwährenden Entstehung neuer Bläschen aus dem Chylus würden sich die schon gebildeten zu einer übermäßigen Menge im Blut ansammeln, da sie nicht wie das Plasma zum Ernährungsprocesse verwendet werden, sondern nur zur Bildung des Plasma aus dem Fett und Eiweiß des Chylus dienen. Krankhafter Weise kann eine solche Ansammlung wirklich geschehen, und ein Uebergewicht des Cruors über das Plasma im Blut entstehen, was auch von vielen Aerzten immer vorausgesetzt worden ist. Diese Ansammlung von Bläschen, deren Function im Blute schon vollendet war, ohne daß sie sich durch Rückbildung auflösen, scheint den sogenannten venösen Zustand des Bluts zu bedingen, wobei es eine schwarzrothe Farbe annimmt und an sogenannter Gerinnbarkeit abnimmt. Vielleicht gibt dieser Zustand selbst einen Fingerzeig über die Art, wie eigentlich die Ausscheidung der abnorm im Blut angesammelten Bläschen bewirkt wird. Die stärkste Ansammlung von Cruor findet sich im Pfortaderblute, wie man immer vermuthet hat, und meine chemischen Untersuchungen unzweifelhaft befunden. Dieß scheint den offenbaren Zweck zu haben, daß vom Pfortaderblut aus die Absonderung

der von ihren Kernen befreiten Bläschen geschieht, und alles stimmt damit überein, daß sie vorzüglich zur Gallenabsonderung verwendet werden. Je venöser nämlich das Blut, desto stärker die Gallenabsonderung, und die größere Menge von Cruor und Fett im Pfortaderblut scheint allein auf die Eigenschaften der Gallenabsonderung Beziehung zu haben. Auf diese Weise würde sich der viel besprochene Antheil der Leber an der Reinigung des Bluts, aber auch zugleich der Unterschied der Leberfunction von der Lungenfunction in dieser Beziehung erklären. Die Lunge dient dazu, das Plasma durch die Metamorphose der Bläschenkerne zu bilden; die Leber hat zum Zwecke, die verbrauchten Blutbläschen aus dem Körper zu entfernen. Beide könnten demnach nicht stellvertretend für einander wirken, wie es nach Bichat von Mehreren angenommen wurde. Da die Jodine die Bläschenhüllen erhärtet (§. 7, 16), so wird durch ihren Gebrauch wahrscheinlich der ganze Proceß der Stoffmetamorphose der Bläschen, wodurch sich Plasma bildet, gehemmt, und auf diese Weise scheint die merkwürdige Wirkung der Jodine im lebenden Körper erklärlich.

§. 32.

Das Plasma besitzt eine innere Gestaltung und organische Bewegung durch Selbsterregung. Dieß läßt sich zunächst auch ohne directe Beobachtung aus den Erscheinungen des Blutlebens beweisen. Dem zunächst sieht man bei der Gerinnung des reinen Plasma sowohl der Krebse und anderer niederen Thiere, deren Blut fast nur aus Plasma, worin sehr wenige Bläschen schwimmen, besteht, als auch des Bluts der Säugethiere und des Menschen nach der Absonderung der Bläschen, daß allein aus dem Plasma der feste Blutkuchen sich bildet, dessen Dichtigkeit mit der Menge der festen Theile im Blut in geradem Verhältnisse steht. Auf der andern Seite fehlt den Bläschen jede eigene Bewegung, und man sieht auch an ihrem gänzlichen Mangel bei einigen Thieren, daß der Bildungsproceß und die damit zusammenhängenden Bewegungen nur vom Plasma bewirkt werden. Die directe mikroskopische Beobachtung bei einer passenden hinreichend hellen Beleuchtung bestätigt das Daseyn einer solchen inneren Gestaltung und Bewegung, die ich bereits vor längerer Zeit (über den Lebensproceß des Bluts, Berlin 1822; über Blutbildung und Blutbewegung in Meckels Archiv f. Phys. 1826)

beschrieben, und auch gegen Mißverständnisse und Einwendungen mit Gründen gerechtfertigt habe, die unbeantwortet geblieben sind, und aus denen hervorgeht, daß die im Sonnenlichte beobachteten Bewegungen eben so real sind, wie die feinen Stäubchen der Zimmerluft, welche man ebenso nur im Sonnenlichte sieht, obgleich sie auch beim Schatten vorhanden sind (über den Lebensproceß im Blute, Berlin 1824). Das Plasma erscheint im Schattenlichte durchs Mikroskop beobachtet fast gleichförmig, durchscheinend, nur etwas wolkig getrübt, ohne bestimmte innere Gestaltung. Dagegen im matten mit einem ebenen Spiegel reflectirten, nicht durch Hohlspiegel concentrirten Sonnenlicht erkennt man die beschriebene innere Gestaltung und Kügelchenbildung, so wie die oscillatorische Bewegung auch in denjenigen feinsten Strömen des peripherischen Systems, welche keine Bläschen führen, wogegen die Bläschen selbst ihre gewöhnliche passive Bewegung behalten; diese innere, aus einer Selbstattraction und Selbstrepulsion der Kügelchen des Plasma hervorgehende Bewegung erstreckt sich während des Fortströmens auch seitwärts durch die Gefäßwandung in das Parenchym, und verliert sich hier in dem Bildungsprocesse, während die Bläschen nur innerhalb der Gefäße bleiben. Unter den Pflanzen habe ich dieses Durchdringen des Plasma durch die Wandungen bei den Chara-Arten genauer verfolgt, indem ich fand, daß in diesen Pflanzen nach Einsaugung gefärbter Flüssigkeiten sich nur das Plasma, nicht die Bläschen des Saftes färben, wodurch nun die Bewegungen des gefärbten Plasma beim Durchdringen der Wandungen leichter beobachtet werden können (Natur der lebend. Pflanze, Band 1, S. 365). Außerdem ergibt sich aber die innere Gestaltung des Plasma auch bei der Gerinnung, wodurch die Contraction und Verdichtung der Substanz die Kügelchen nach dem Aufhören der Bewegung schon im Schattenlichte deutlich sichtbar werden. Auch in dem Plasma der Lymphe und des Chylus sieht man diese Kügelchenbildung bei der Gerinnung ebenso, während man hier gewöhnlich Oelkügelchen mit eingeschlossen findet, wie es Tab. I, Fig. 9 vom Pferd abgebildet ist. Es ist wahrscheinlich, daß diese durch die Gerinnung hervortretenden Kügelchen des Plasma von früheren Beobachtern oft mit den Bläschen verwechselt worden sind, und daß viele Widersprüche über die sogenannten Blutkügelchen dieser Verwechslung ihren Ursprung verdanken. Nach den obigen Beobachtungen scheint es bloß die Fein-

heit und Zartheit der bewegten Kügelchenbildung im Plasma zu seyn, welche ihre Beobachtungen erschwert, indessen erscheint sie bei passender Beleuchtung so deutlich, daß man in lebenden Pflanzen und thierischen Theilen die strömende Bewegung der aus reinem Plasma ohne Bläschen bestehenden Saftströme, welche man im Schattenlichte nicht sieht, sehr leicht an der oscillatorischen Bewegung im Plasma erkennt. Schon dieses Factum allein reicht hin zu zeigen, daß keine Täuschung obwalten kann.

§. 33.

Aehnliche Versuche wie die an Pflanzen habe ich über die Färbung des Plasma des Bluts nun auch bei Thieren angestellt. Ich ließ 5 Unzen Indigo in Schwefelsäure auflösen, die Säure alsdann durch Kalk neutralisiren, und die den Farbstoff nun in chemischer Auflösung enthaltende Flüssigkeit von dem Kalk abfiltriren. Diese blaue sehr concentrirte Flüssigkeit, ungefähr 5 Quart, wurde einem nüchternen Pferde des Morgens eingegeben. In Zwischenräumen von einer halben Stunde wurden dem Pferde nun kleine Mengen Blut aus der Drosselader abgelassen und in kleinen Glascylindern aufgefangen, die nach gänzlicher Füllung mit aufgeschliffenen Glasplatten bedeckt wurden, so daß das Blut, vor der Lufteinwirkung geschützt, so lange flüssig blieb, bis die Bläschen sich senkten und das klare Plasma oben stand, dessen Farbenveränderung nun beobachtet werden konnte. Die nach zwei Stunden abgelassenen Blutmengen zeigten noch keine merkliche Farbenänderung für sich angesehen. In Vergleich mit dem Plasma des Bluts vor dem Versuch erschienen sie jedoch ein wenig grünlich. Der Urin, welcher um diese Zeit von dem Pferd ausgeleert wurde, war aber schon sehr stark blau gefärbt und ließ später einen grünen Bodensatz fallen. Dieß war ein Beweis, daß also wirklich schon Indigo im Blute vorhanden seyn mußte, der aber so schnell wieder durch den Harn ausgeschieden wurde, daß er sich noch nicht bis zur deutlichen Färbung des Plasma angesammelt hatte. Mit dem Ablassen kleiner Blutmengen wurde fortgefahren, da bei der großen Menge des eingegebenen Indigo's die Absorption noch immer fortdauern mußte. Das Plasma wurde aber nicht blau, wie ich vermuthet hatte, sondern fing nach 4 Stunden an, sich merklicher grün zu färben. Die 6 Stunden nach dem Genusse des Indigo's abgelassene Blutmenge zeigte zwar vor der

Senkung der Bläschen keine Farbenänderung, das reine Plasma aber nach dem Senken der Bläschen hatte eine sehr in die Augen fallende beinahe grasgrüne Färbung, die sich nach dem Gerinnen auch am Blutkuchen zeigte, während der abgesonderte Urin blau blieb. Ich glaubte also die grüne Färbung des Plasma so erklären zu müssen, daß seine gelbliche Grundfarbe mit dem Blau des Indigo's in Verbindung die grüne Farbe erzeugte, so daß der Indigo nach der Secretion aus dem Blute wieder blau erscheinen mußte. In den später abgelassenen Blutmengen nahm die grüne Färbung wieder ab, so daß sie in dem nach 18 Stunden gelassenen Blute nicht mehr merklich war. Wenn die Gläser mit den verschiedenen nach einander abgelassenen Blutmengen der Reihe nach nebeneinander gestellt wurden, so zeigte sich die allmähliche grüne Färbung des Plasma daran in allen Abstufungen. Ich untersuchte die Blutbläschen und fand keine Veränderung an ihnen. Der Farbestoff hatte sich also hier wie bei den Pflanzen bloß dem Plasma mitgetheilt. Nach 18 Stunden fing das Pferd an blaue Excremente auszuleeren. Die Färbung derselben dauerte fort, wurde aber nach 36 Stunden ganz grün, und ging erst nach 48 Stunden ganz verloren. Wo das Plasma grün war, zeigte sich auch das Serum nach der Gerinnung grün. In einem ähnlichen Versuche bei einem Hunde fand ich, daß nach starken besonders wiederholten Gaben aufgelöst'en Indigo's auch die Lymphgefäße blau werden. Dieß geschah jedoch immer später, als die Farbe schon im Urin sich zeigte.

§. 34.

Diese Versuche beweisen, daß das Blut eine große Neigung hat, die aufgenommenen Farbstoffe schnell wieder auszuscheiden, und daß diese Secretion allein von dem Plasma ausgeht, da sich die Bläschen dabei in ihrer Färbung und sonstigen Beschaffenheit nicht ändern. Diese Erscheinungen setzen einen lebhaften organischen Erregungsproceß im Plasma voraus, an welchem die Blutbläschen nicht den mindesten Antheil haben. Die Lebenserregung des Plasma scheint durch die eben erwähnte innere Bewegung der Urtheile, die sich durch ihre Vereinigungen und Trennungen gegenseitig selbst erregen, bedingt. Hierin ist die ganze Lebenskraft des Bluts begründet. Daß die Lebenserregung nur im Plasma, nicht in den Bläschen ihren Grund hat, sieht man leicht an den augenblicklichen Ver-

änderungen des Plasma in den verschiedenen Lebenszuständen, wobei die Bläschen unverändert bleiben. Die Veränderungen, die das Blut nach längerem Hungern, in Schwangerschaften, in Entzündungen, Lähmungen, durch die Menstruation, bei Unterleibskrankheiten, Nerven- und Faulfiebern, in der Cholera u. s. w. erleidet, hängen allein von dem Plasma ab, und in den Eigenschaften desselben drückt sich die ganze bildende Thätigkeit des Körpers ab. Das Blut ist um so mehr zur Bildung und Ernährung geschickt, je größer sein Gehalt an Plasma ist, während bei der übermäßigen Zunahme an Bläschen und Verminderung des Plasma seine belebende Kraft schwindet, wie man an dem Blute der Scorbutischen, Apoplektischen, dem Menstrual- und Pfortaderblute sieht. John Hunter (Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden a. d. Engl. v. Hebenstreit, Leipz. 1797, Bd. 1, S. 179, 181 u. f.) verglich die Lebenskraft des Blutplasma mit der Reizbarkeit der Muskeln, und stellte sie gleichsam als eine Irritabilität dar, weil nach seinen Versuchen durch eine erhöhte Temperatur (von 125° F.) ebenso eine starke Contraction lebender Muskelstücke, wie eine augenblickliche Gerinnung des Blutplasma bewirkt werde. Auch widerstehe lebendes Blut wie lebende Muskelstücke dem Gefrieren in der Kälte längere Zeit als abgestorbenes, ähnlich wie sich auch ein befruchtetes Ei durch Lebenserregung gegen Kälte erhält. Auf dieser Eigenschaft des Bluts beruhe seine Eigenschaft, in gefrornen Gliedern, z. B. in den Kämmen der Hähne, seine Lebenskraft zu erhalten und den Theil vor dem Absterben innerhalb gewisser Gränzen der Temperatur zu bewahren; sobald diese Lebenserregung zerstört ist, entstehe Brand. Die Einwendungen, welche Blumenbach (de vi vitali sanguini neganda, Gott. 1795) gegen diese Hunter'sche Ansicht machte, konnten nicht beweisen, daß das Blut eine leblose Flüssigkeit von chemischer Qualität wie die Nahrung und als bloß äußerer Reiz zu betrachten sey, so daß nur von den festen Theilen Lebenserregung ausgehe; denn diese werden selbst aus dem Blute gebildet, was einen lebendigen Entwicklungsact voraussetzt, zu welchem der rohe Nahrungsstoff nicht fähig ist. Indessen blieb allerdings die Hunter'sche Ansicht, daß das Blut ein selbstständiges Leben habe, noch näher zu begründen, wenn auch im Allgemeinen die Richtigkeit des Satzes, daß überhaupt eine Lebensthätigkeit im Blut ist, aus allen Phänomenen des bildenden Lebens hervorgeht.

Eine Beobachtung von Circand (Journ. de Phys. T. 55, p. 236) und Gourdes (Gilbert Annal. de Phys., T. 10, p. 499 und T. 13, p. 239), die auf die Einwirkung der galvanischen Säule eine Contraction des Faserstoffs bemerkt haben wollten, würde zu Gunsten der Hunter'schen Theorie gewesen seyn. Indessen fand schon Heidmann jene Bewegung nicht bestätigt (Reils Archiv, Bd. VI, S. 417). Dieser selbst aber beschreibt Bewegungen, die während dem Gerinnen des Faserstoffs unter Einwirkung des Sonnenlichts von selbst erfolgen und durchs Mikroskop sichtbar seyen. Es ist gewiß, daß während der Gerinnung des Plasma der Faserstoff sich zusammenzieht, doch scheint diese Contraction langsamer zu geschehen, als daß sie durchs Mikroskop bemerkbar wäre. Auch beschreibt Heidmann die von ihm beobachtete Bewegung nicht genau, sondern sagt nur, daß sie mit der Muskelcontraction Aehnlichkeit habe. Da er sie unter Einwirkung des Sonnenlichts beobachtete, so konnte indessen die oscillatorische Bewegung des Plasma, oder eine durch diese Bewegung den Bläschen mitgetheilte damit gemeint seyn, was jedoch aus der Darstellung von Heidmann nicht klar hervorgeht. Die einzigen Beweise dafür, daß wirklich eine innere Lebensbewegung den von Hunter'schen angeführten Erscheinungen von lebendigen Wirkungen des Bluts zum Grunde liege, finden sich also nur in den von mir beobachteten oscillatorischen Bewegungen in den Urtheilen des Plasma, die mit dem Absterben des Bluts aufhören. Allein die Lebenserregung ist keine absolut selbstständige, wie Hunter es darstellt, sondern eine durch die Wechselerregung des Bluts und der Gefäße bedingte. Die Lebenserregung im Blut ist nur eine relativ selbstthätige, und die vollkommene Lebensäußerung des Bluts ist ein Resultat seiner Wechselwirkung mit den übrigen Organen des Körpers. Für sich kann es sich gegen äußere Einwirkungen nicht lebend erhalten.

Erstarrung des Plasma.

§. 35.

Daß die sogenannte Blutgerinnung nur durch das Plasma bewirkt wird, geht aus den angeführten Beobachtungen über die Absonderung der Bläschen vom Plasma, nach welcher das reine Plasma für sich gerinnt, deutlich hervor. Die Blutbläschen haben also an der Gerinnung keinen Antheil, und bleiben nur in dem geronnenen

Plasma, das davon seine Farbe erhält, schweben. Wir belegen diese Erscheinung mit dem bezeichnenden Namen der Erstarrung, weil sie auf ein Festwerden des Plasma durch Aufhören oder Erstarren der inneren Lebensbewegungen desselben ohne alle chemischen Veränderungen bedingt ist, und mit dem chemischen Gerinnungsprocesse, z. B. des Eiweißes, der Milch und des Blutes selbst durch Hitze, Weingeist oder Säuren ganz und gar nichts gemein hat, wie die gleiche Benennung beider Erscheinungen voraussetzen läßt. Die chemische Gerinnung ist eine Abscheidung eines unförmlichen Gerinnsels aus einer chemischen Auflösung, die Erstarrung des Blutplasma ein von selbst erfolgendes Festwerden seiner ganzen Substanz, wobei die innere Organisation nicht verloren geht, so daß erst später durch Contraction derselben eine nicht organisirte, aber immer noch chemisch gerinnbaren Stoff (Eiweiß) enthaltende Flüssigkeit, das Serum ausgeschieden wird, und der verdichtete Theil als ein organisirtes Product (Fibrine) erscheint, das früher als solches in dem Plasma nicht vorhanden war, sondern das Eiweiß noch in lebendiger Vereinigung in sich enthielt.

John Hunter hat zuerst die bessere Ansicht geltend gemacht, daß die Blutgerinnung eine Lebenswirkung sey, indem sie nach denselben Gesetzen wie die Heilung der Wunden durch schnelle Vereinigung mittelst Ausschwitzung von plastischer Lymphe geschehe (über das Blut I, S. 91). Hunter ist indessen darin zu weit gegangen, daß er geradezu die Bluterstarrung für einen Bildungsact wie im lebenden Körper und umgekehrt die plastischen Bildungen bei Heilung von Wunden für einen Blutgerinnungsproceß erklärte (l. c. p. 196). Denn auf diese Weise wurden einerseits nicht die Eigenthümlichkeiten der plastischen Bildungen bei der Ernährung und Wiedererzeugung in den Nerven, den Muskeln, der Haut u. s. w. erklärt, und anderseits blieben die verschiedenartigen äußeren Einwirkungen auf die Erstarrung, welche doch eine sehr wesentliche Bedeutung haben, unerörtert. Nichtsdestoweniger bleibt es richtig, daß die Erstarrung auf einer Lebenserregung im Blute beruht, denn abgestorbenes Blut erstarrt nicht mehr von selbst, obgleich es durch chemische Mittel sehr wohl zur Gerinnung gebracht werden kann. Es bleibt also auseinander zu setzen, welchen Antheil die äußeren Einflüsse, und welchen Antheil die Lebenserregung des Plasma selbst an dem Erstarrungsprocesse haben.

Aeußere Ursachen der Erstarrung.

§. 36.

1) Temperatur. Daß das Blut durch Erkalten erstarre, ist die alte Ansicht. Hewson (Disq. exper. de sang. nat. p. 21) zeigte aber schon, daß in einer Vene eingeschlossenes Blut von Hunden und Kaninchen in einer künstlichen Kälte zum Gefrieren gebracht werden kann, nach dem Aufthauen dann noch flüssig ist, und nun erst wie gewöhnlich erstarrt. Die Versuche von Hunter (l. c. p. 175) und Scudamore (über das Blut S. 17) stimmen damit überein. Die Erstarrung trat viel schneller ein bei einer Temperatur von 80° F., als bei 65° F. Bei 53° F. blieb das Blut nach 8½ Minuten noch halbflüssig, und erstarrte erst nach 11 Minuten gänzlich.

Durch eine über die Blutwärme erhöhte Temperatur wird die Erstarrung des Plasma beschleunigt. Hewson fand, daß sie am schnellsten in einer Temperatur zwischen 114 — 120° F. (36,4 — 39,2° R.) erfolgt, und daß bei 120 — 130° F. (39,1 — 43,5° R.) der Blutkuchen am festesten werde. Hiermit stimmen auch Scudamore's Versuche überein (l. c. p. 18). Da das Serum des Bluts erst bei einer Hitze von 160° F. (56,8° R.) gerinnt, so konnte dieses keinen Antheil an der Erstarrung des Plasma haben. Die Hitze in Fiebern, welche höchstens auf 35° R. steigt, kann eine Erstarrung des Bluts im Körper nicht bewirken. Bei kaltblütigen Thieren hatte schon Hunter bemerkt, daß das Blut eines Fisches, dessen Temperatur 60° F. (12,4° R.) beträgt, wenn es bei einer Temperatur der Luft von 70° F. (16,8° R.) aus der Ader gelassen wird, sogleich gerinnt (l. c. p. 84). Ebenso sah er das Blut der Schildkröte in der Luft von der Temperatur des Thieres (65° F., d. i. 14,6° R.) doch sehr langsam gerinnen. Ein Gleiches gilt von dem Blut aller kaltblütigen Thiere. Das Blut in den Gefäßen eingefrorner und scheintodter Frösche bleibt flüssig, und bei den winterschlafenden Säugethieren, deren Blut bis zur Temperatur kaltblütiger Thiere gesunken ist, erscheint es in den Gefäßen keineswegs nach Saissy geronnen (über die Natur d. winterschlafenden Säugethiere a. d. Franz. in Reil's Archiv f. Phys. Bd. 12, S. 325). Aus allem diesem geht hervor, daß wenn auch die Kälte nicht als zureichende Ursache der Erstarrung betrachtet werden kann, doch die Temperaturveränderungen keineswegs ohne Einfluß auf den Gerin-

nungsproceß sind, da Kälte die Erregung zu mindern, Wärme zu erhöhen scheint.

2) Ruhe und Bewegung. John Hunter, der den Bildungsproceß für ein Erstarren des extravasirten Blutes hielt, glaubt, daß die Ruhe, wenn auch nicht an sich, doch unter gewissen Umständen, wenn das Blut sich außerhalb der Gefäße befinde, Ursache der Gerinnung werden könne (l. c. p. 86); denn wenn Blut in Höhlen und Räume des Zellgewebes extravasire, so gerinne es auch, ohne daß Luft in diese Räume trete. Daß Ruhe das Blut in unterbundenen Gefäßen nicht nur nicht zum Gerinnen bringe, sondern sogar längere Zeit bis drei Stunden lang flüssig erhalte, hatte Hewson schon durch Versuche bewiesen und gezeigt, daß solches Blut nach dem Herauslassen noch gerinne (disq. exp. p. 20). Auch sieht man sehr häufig, daß bei Blutergießungen ins Zellgewebe das Blut lange, ja wochenlang, wie bei Kopfgeschwülsten neugeborner Kinder, völlig flüssig bleibt. Dieses Blut gerinnt aber häufig auch nach dem Entleeren nicht, wahrscheinlich weil es entweder abgestorben, oder daraus der Faserstoff durch Resorption entfernt ist. Indessen findet sich in scheintodten Thieren nach dem Aufhören aller Herzbewegung das völlig ruhende und unveränderte Blut flüssig, was nicht der Fall seyn könnte, wenn Ruhe die Ursache des Erstarrens wäre. Es war Hunters Ansicht, daß die Bewegung in den lebenden Gefäßen des Thiers das Blut lebendig flüssig erhalte und vor dem Erstarren schütze. Aehnliche Ansichten hatten auch Pechlin und vorzüglich Boerhave, dem Haller und van Swieten folgten (Schröder van der Kolk sang. coag. hist. p. 18). Allein die Beispiele sogenannter Polypenbildung im Herzen und den großen Gefäßen lebender Menschen zeigen, daß auch bei der Bewegung eine Erstarrung des Plasma erfolgen kann, wie denn auch beim Umrühren des aus der Ader gelassenen Bluts sich der Faserstoff durch theilweise Erstarrung des Plasma absondert. Doch muß man bekennen, daß in dem letzten Falle die Erstarrung unvollständig ist, denn ich erhielt durch Schlagen des Bluts immer weniger Faserstoff, als durch Auswaschen des in der Ruhe geronnenen Blutkuchens. Da man also einerseits sieht, daß ruhendes Blut in- und außerhalb der Gefäße oft erst spät oder gar nicht gerinnt, und andererseits die Bewegung nicht immer vor der Erstarrung schützt, so kann man der

Ruhe und Bewegung nur einen äußern erregenden Einfluß, nicht die wahre Ursache der Gerinnung zuschreiben.

3) Elektricität und Galvanismus. Bei Thieren, die durch Blitz oder elektrische Schläge getödtet sind, gerinnt das Blut nicht, ebenso wie die Muskeln unreizbar und schlaff sind (J. Hunter l. c. p. 188). Gerhard (Mémoire de Berlin 1772, p. 142), C. W. Hufeland (Diss. inaug. de usu vis electricae in Asphyxia Gott. 1783), Kielmeyer (Diss. sistens experimenta circa influxum Electricitatis in sanguinem et respirationem spectantia. Tubing. 1810) suchten zu zeigen, daß der Elektricität ausgesetztes Blut sich lange flüssig erhalte. Auch Schübler (Gilb. Annalen der Physik, Bd. 93, S. 344) fand eine Verzögerung der Gerinnung durch Elektricität. Durch positive Elektricität wurde das Blut zersetzt, auf der Oberfläche wie aufgelöst, aber die tieferen Schichten gerannen. Dabei erkaltete das elektrisirte Blut sehr schnell. Negative Elektricität zeigte diese Erscheinung nicht, wohl aber der Galvanismus. Dagegen will Scudamore (über das Blut S. 46) eine Beschleunigung der Gerinnung durch Elektricität und Galvanismus gesehen haben. Schröder van der Kolk (Sang. coag. hist. p. 84) sah auch das Blut durch die galvanische Säule früher gerinnen, als frei an der Luft stehendes. Dagegen war der Kuchen in dem galvanisirten und elektrisirten Blut unzusammenhängend und das Blut am folgenden Tag aufgelöst und in Zersetzung übergegangen, während der Kuchen des frei geronnenen Bluts fest und frisch blieb. Die von Schröder beschriebenen Erscheinungen habe ich bei einer Gelegenheit, wo ich zu andern Zwecken Blut galvanisirte, ebenfalls beobachtet. Vielleicht erklären sich also die verschiedenen Beobachtungen so, daß die Gerinnung durch Elektricität zwar überhaupt schnell erfolgt, aber unvollständig ist, so daß der Kuchen bald wieder zerfließt, so daß das Blut später flüssig erscheint, was immer eine das Leben zerstörende Einwirkung anzudeuten scheint. Denn auch Schübler beobachtete, daß der Kuchen des elektrisirten Bluts weniger fest und breiartig nach 24 Stunden war (l. c. p. 315).

4) Chemische Reagentien. a. Salze. Am merkwürdigsten sind die Wirkungen, welche die Salze auf die Erstarrung haben, und die von Hewson genau beschrieben sind (disq. exp. p. 13). Mengt man Glaubersalz, Küchensalz, Salpeter, salzsaures und essigsaures Kali oder Borax in dem Verhältnisse von einer hal-

ben Unze auf 6 Unzen Blut, und rührt dieses gut um, so erstarrt das Blut nicht und bleibt flüssig, so daß sich leicht die Bläschen dabei senken und das Plasma oben steht. Setzt man alsdann diesem Blute die doppelte Menge Wasser zu, so erstarrt es, und man kann den Faserstoff auswaschen. Doch beträgt nach meinen oben erzählten Versuchen der Faserstoffgehalt in diesem Blute kaum halb so viel als bei dem frei geronnenen Blute. Salmiak, schwefelsaures Kali, Bittersalz unter denselben Verhältnissen mit Blut gemengt und umgerührt, erhalten das Blut flüssig, ohne daß es jedoch durch Zusatz von Wasser nun zum Gerinnen gebracht werden könnte.

Um das Blut durch Salze flüssig zu erhalten, ist das Umrühren besonders beim Glaubersalz nothwendig. Wenn ich Glaubersalz mit Ochsenblut, ohne es umzurühren, vermengte, so erstarrte es bald zu einer harten gallertartigen Masse, die sich aber dadurch auszeichnete, daß sie auch nach 24 Stunden nicht die geringste Menge Serum ausgeschieden hatte. Mit Küchensalz, Salpeter, Bittersalz, Salmiak und Pottasche in demselben Verhältnisse vermengtes Blut erhielt sich auch, ohne länger gerührt zu werden, flüssig, wobei die Bläschen sich senkten; am meisten beim Küchensalz und Salpeter, weniger beim Salmiak, dem Bittersalz und der Pottasche. Doch wurde das Blut nach 24 Stunden dickflüssig und durch die Pottasche schleimig, zähe, fadenziehend. Von Salmiak und Pottasche wurde das Blut ganz schwarz. Aetzammonium hindert nach Tackerah die Gerinnung ganz (Nature and properties of Blood, London). Die Erstarrung des mit Salz vermengten Blutes durch Zusatz von Wasser ist nicht etwa eine chemische Gerinnselbildung, denn es läßt sich Faserstoff wie aus für sich erstarrtem Blut daraus absondern. Die Wirkung der Salze scheint also als eine reizende betrachtet werden zu müssen, die wenigstens nur theilweise dadurch chemisch wird, daß sie die Bildung des Faserstoffs theilweise (Salmiak, Pottasche, Bittersalz fast ganz und gar) verhindert. Auf diese Weise scheinen die Salze die plastische Kraft des Bluts zu vermindern, und wenn auch die Ansicht, welche schon Hewson bekämpft, daß die Salze bei Fiebern und Entzündungen innerlich genommen das Blut verdünnen, nicht richtig seyn mag, da sie nur in verhältnißmäßig geringer Dose genommen werden, so scheint es doch gewiß, daß die Aufhebung der Bildung des Faserstoffs aus dem Plasma in gerin-

gerem Grad auch durch geringe Dosen im Körper sehr wohl erzeugt werden kann.

b) Säuren. Die Säuren wirken auf das Blut durchaus verschieden von den Salzen. Man nimmt gewöhnlich an, daß die Mineralsäuren und der Alaun (durch freie Schwefelsäure) eine Gerinnung des Bluts erzeugen (Hewson l. c. p. 14). Indessen hat diese Gerinnung mit der wahren Erstarrung des Bluts nichts gemein, sondern sie ist eine wahre chemische Gerinnselbildung, wie die Coagulation der Milch und des Eiweißes durch Säuren. Ich vermengte in dem Verhältnisse von einer Drachme auf drei und eine halbe Unze Blut Salzsäure und Salpetersäure mit Ochsenblut. Sogleich präcipitirte sich klumpenweise eine grumöse Masse, und das Ganze erschien theerartig. Zwei Drachmen verdünnter Schwefelsäure zu ebensoviel Blut gesetzt, änderten dieß in eine beinahe feste bröckelige Gerinnselmasse von der Consistenz des weichen Käses und schwarzbrauner Farbe um. Eine halbe Unze Weingeist erzeugte in ebensoviel Blut ein mehr gallertartiges Gerinnsel, fast wie dicke Milch, und ein Skrupel in Wasser gelöst'er Weinsteinsäure, und ähnlich eine Drachme verdünnte Schwefelsäure, brachten bloß ein dickflüssiges Gerinnsel hervor. Alle diese Veränderungen haben mit der wahren Bluterstarrung keine Aehnlichkeit, denn in keinem Falle konnte ich Faserstoff von der gewöhnlichen Beschaffenheit aus diesen Gerinnseln erhalten.

c. Narkotische und andere Arzneien. Nach Hunter (l. c. p. 209) verzögerte Opiumsolution die Blutgerinnung zwölf Minuten, und das Gerinnsel war ganz locker. Aehnlich wirkte auch China-Decoct. Nach Vermischung mit Columbo-Enzian-Aufguß zeigte die Gerinnung nichts Abweichendes. Auflösung von Bilsenkraut und Belladonnen-Extract verhindern nach Fontana die Gerinnung zwar nicht, verzögern sie aber. Viperngift in die Adern gespritzt, bringt das Blut schnell zum Gerinnen und macht es schwarz; aber direct mit dem Blute vermischt, zeigt sich in diesem keine bemerkliche Veränderung (Fontana Viperngift S. 171). Nach Vergiftungen mit Blausäure ist das Blut klebrig, dickflüssig wie Oel, dunkel und gerinnt nicht (Ittner Geschichte der Blausäure, Freib. 1809). Fontana wollte nach Einspritzung von Kirschlorbeerwasser in die Adern eines Kaninchens keine Wirkung gesehen haben (l. c. p. 317). Magendie beobachtete nach Einspritzung von 1 Tropfen Gay-

Lussac'scher Blausäure, in 4 Tropfen Weingeist gelöst, in die Adern eines Hundes schnellen Tod (Annal. de Chimie et de Phys. Decbr. 1817). Ich selbst beobachtete nach dem Zusatze von einer Drachme Ittner'scher Blausäure zu 4 Unzen Pferdeblut keine merkliche Veränderung in der Erstarrung des Bluts. Eine Auflösung von 8 Gran Upasgift, mit einer Tasse Blut vermengt, gab ihm das Ansehen eines grumösen Syrups, und nach 4 Stunden war es noch nicht geronnen (Krimer Physiologie des Bluts S. 321). Ich vermengte 5 Unzen Ochsenblut mit zwei Drachmen eines concentrirten Destillats von Tabaksblättern, und stellte daneben eine gleiche Portion reines Blut zum Gerinnen hin. Das reine Blut gerann nach 10 Minuten, das mit Tabaksdestillat vermengte wurde erst nach ½ Stunde dickflüssig. Es war nach 24 Stunden zu einer festen Masse von der Härte des gewöhnlichen Blutkuchens erstarrt, hatte aber gar kein Serum abgeschieden. Eine andere Portion Blut, die mit 1 Drachme Tabaksdestillat vermengt war, gerann früher als das reine Blut, schon nach 3 Minuten, und hatte nach 24 Stunden ziemlich so viel Serum als das reine Blut gebildet. Auch eine dritte Portion Blut, die mit einem Skrupel, und eine vierte, die mit einem halben Skrupel Tabaksdecoct vermengt waren, gerannen schon nach 3 Minuten, schieden aber nach 24 Stunden weniger Serum ab, als das reine Blut. Diese Versuche stellte ich an, um zu erfahren, ob Tabaksdestillat (mit welchem mir das Binelli'sche blutstillende Wasser Aehnlichkeit zu haben schien) durch Beschleunigung der Blutgerinnung eine blutstillende Kraft haben könnte, was nach den Erfolgen nicht unwahrscheinlich erschien. Auch sind Versuche über die blutstillende Kraft eines verdünnten Tabaksdestillat, welche in München (Buchners Repert. Bd. 46, S. 284) angestellt worden, sehr günstig für die Wirkung ausgefallen.

Nach Jäger ist das Blut der mit Arsenik vergifteten Thiere musartig dickflüssig (de effect. arsenici in var. organism. Tubing. 1808). Nach Gaben von blausaurem Queckfilber, in Verbindung mit Moschus und Alkohol, fanden Tiedemann und Gmelin das Blut breiartig und dunkel (über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen ins Blut gelangen, Heidelberg 1820). Scharfe und reizende Arzneien haben die eigenthümliche Wirkung auf das erstarrende Blut, daß sich der Farbstoff der Bläschen dadurch in dem Plasma auflöst, welches nun eine gleichförmige rothe

Farbe erhält. Diese Wirkung fand ich beim Schwefeläther und concentrirten Tabaksdecoct, wenn ungefähr 2 Drachmen von jedem dem Blute zugesetzt waren. Gleiche Mengen Wasser zum Blute gesetzt, verändern nach Hey und Hunter die Gerinnung nicht (über das Blut S. 208).

Frische Ochsengalle zum Blute gesetzt, soll nach Krimer (l. c. p. 319) die Erstarrung zwar nicht, aber die Trennung des Serums und Faserstoffs hindern. Ich habe auch gefunden, daß der Blutkuchen nach der Zumischung von Galle weich bleibt und leicht zerfließt. Aber verhindert wird die Erstarrung durch Galle nicht völlig.

d. Berührung mit der Luft. Hewson hat vorzüglich durch Experimente zu beweisen gesucht, daß in der Berührung mit der Luft die wahre Ursache der Blutgerinnung zu suchen sey. Er unterband die Jugularvene eines lebenden Kaninchens an drei Stellen, und ließ das zwischen zwei Ligaturen befindliche Blut durch einen Einschnitt heraus, wodurch er sogleich warme Luft in das Venenstück blies. Alsdann löst'e er die mittlere Ligatur, und vermischte die Luft mit dem noch flüssigen Blute, das sich dadurch hellroth färbte und nach ¼ Stunde schon geronnen war, während das Blut außer Berührung mit der Luft in den Gefäßen des Thieres eingeschlossen über 3 Stunden flüssig blieb (Disq. exp. p. 23). Hiermit scheint übereinzustimmen, daß Blut in einem flachen Becken der Luft ausgesetzt in wenigen Minuten gerinnt, während es auch in cylindrischen Glasgefäßen, vor der Luft geschützt, mehrere Stunden flüssig bleibt. Auch sieht man einzelne Tropfen Blut, die von allen Seiten der Luft ausgesetzt sind, fast augenblicklich gerinnen, während größere Portionen, welche nur eine geringere Oberfläche der Luft darbieten, viel später gerinnen (J. Hunter über das Blut 1, S. 80, Tackrah l. c. p. 97, Scudamore l. c. p. 34). Es ist also kein Zweifel, daß die Berührung mit der Luft die Gerinnung beschleunigt. Davon scheint es zum Theil herzurühren, daß das Blut kleinerer Thiere, von denen man nur kleinere Mengen in einzelnen Tropfen ausfließenden Bluts erhält, in der Regel früher gerinnt, als größere Mengen von größeren Thieren gesammelten Bluts. Tackerah hat z. B. folgende Reihe aufgestellt, in welcher das Blut verschiedener Thiere gerinnen soll: beim Pferde zwischen 5 — 13 Minuten; beim Ochsen zwischen 2—10 Minuten; beim Schaf und Schwein zwischen ½ — 1½ Minuten; beim Kaninchen und

beim Lamm binnen ½ — 1 Minute; beim Hunde binnen ½ — 3 Minuten; bei der Gans und Ente binnen 1 — 2 Minuten; bei den kleinern Singvögeln binnen ⅓ — 1 Minute; bei Fischen binnen 1 — 3 Minuten; beim Frosch binnen 2 — 4 Minuten; bei der Maus nach Hallers Beobachtungen gleich nach dem Ausfließen aus den Gefäßen. Das Blut des Menschen wird 3 — 4 Minuten nach dem Ausfließen dicklich, und ist nach 7 — 10 Minuten fest erstarrt, wenn es mit der Luft in Berührung ist. Man wird aber diese Zeitbestimmungen nicht eher als für die verschiedenen Thiere allgemein betrachten können, bevor nicht festgestellt ist, wie sich gleiche Mengen Blut mit gleichen Oberflächen der Luft ausgesetzt verhalten. Daher weichen denn auch die Angaben Anderer von Tackerah ab. So soll nach Fiedler (Diss. de columbar. sanguine, Berol. 1824) das Blut von Tauben augenblicklich nach dem Ausfließen dicklich, nach 5 Minuten fest werden, Kaninchenblut aber erst nach 8 Minuten dicklich und nach 27 Minuten erst so fest als Taubenblut in 5 Minuten. Schneckenblut sah Carus binnen 2 — 3 Minuten erstarren. Ich finde, daß eine Quantität Krebsblut von einer halben Unze erst nach 10 Minuten erstarrt, dagegen aber ein einzelner auf ein Glas ausgebreiteter Tropfen nach 1 Minute. Hewson hatte nicht untersucht, welcher Bestandtheil der atmosphärischen Luft die Bluterstarrung beschleunige. Fourcroy fand, daß dieß das Sauerstoffgas sey, und nahm an, daß die Gerinnbarkeit des Bluts von der darin enthaltenen Menge von Sauerstoffgas und Faserstoff abhänge (Syst. des connaiss. chimiques 1801, T. 9, p. 141). Autenrieth (Handbuch der Phys. 1 Bd. S. 24) stimmt dem bei, und hält dafür, daß das Hydrogen eine auflösende Wirkung auf das Blut habe. Auch Saissy schließt aus den Erscheinungen der winterschlafenden Thiere, deren Blut fast nicht erstarrt, daß dieß in dem Mangel an Berührung mit dem Sauerstoffe bei dem unterdrückten Athmen dieser Thiere liege, und daß Sauerstoffgas eine die Erstarrung begünstigende Wirkung habe (Reils Archiv, 12 Bd. S. 350). Den Grund hiervon sucht auch Saissy in einem größern Faserstoffgehalte, welcher sich durch vermehrte Berührung der Luft mit dem Blute beim erhöhten Respirationsprocesse bilde, während bei winterschlafenden Thieren die Lungen überhaupt verhältnißmäßig kleiner als bei den nicht winterschlafenden derselben Ordnung seyen, so daß bei ihnen der dadurch schwächere Respirationsproceß auch nur

eine geringere Menge Faserstoff im Blute bilde, wie es auch bei den Fischen sey, deren Blut fast alles Faserstoffs beraubt erscheine. Das Blut der Winterschläfer (Igel, Murmelthier) lieferte zwei Drittheile Faserstoff und die Hälfte Eiweiß, weniger als das Blut vom Meerschweinchen und Kaninchen. Hierauf suchte Schröder van der Kolk (l. c. p. 52) näher zu beweisen, daß das Blut wirklich durch geringeren Faserstoffgehalt wie aufgelöst erscheine, und bei größerem Faserstoffgehalt fester erstarre, und daß die Bildung des Faserstoffs aus dem Eiweiß vorzüglich durch die Respiration geschehe, daher denn auch der Faserstoffgehalt des Bluts um so geringer sey, je unvollkommener die Respiration sowohl in der Thierreihe als in verschiedenen Zuständen beim Menschen. Hierfür spreche das schwarze der Erstarrung unfähige Blut der Blausüchtigen, deren Respiration auf der Stufe niederer Thiere stehe, so wie der geringe Faserstoffgehalt und die unvollkommene Gerinnbarkeit des Fötusbluts, welches seinen Grund in dem Mangel der Respiration habe. Schröder van der Kolk stellte auch besondere Versuche hierüber an. Tauben, die eine verdorbene des Sauerstoffgases beraubte Luft geathmet hatten, zeigten ein Blut, das viel langsamer gerann, als das Blut von Tauben, die in reiner Atmosphäre und in Sauerstoffgas athmeten (l. c. p. 78). Auch Scudamore fand, daß frisches Blut, unmittelbar mit Sauerstoffgas in Berührung gebracht, früher erstarrte. Mit Wasserstoffgas, Stickstoffgas und kohlensaurem Gas in Berührung eingeschlossenes Blut zeigte nach Scudamore eine verzögerte Erstarrung (l. c. p. 49—53). Mit der Erscheinung, daß durch Berührung der atmosphärischen Luft mit dem Blute die Erstarrung beschleunigt werde, stimmt eine Beobachtung von Scudamore nicht zusammen, nach welcher Blut im Vacuo der Luftpumpe mehr geronnen erschien, als eine andere an der Luft befindliche Portion. Scudamore glaubt, daß hieran die niedere Temperatur, welche im Vacuo durch schnelle Verdunstung entsteht, Theil habe (l. c. p. 24). Indessen sagt Scudamore nicht, daß die Gerinnung schneller unter der Luftpumpe erfolgt sey, gibt auch nicht näher die Erscheinungen an, woraus er folgerte, daß das Blut unter der Luftpumpe mehr geronnen sey, als das Blut an der Luft, so daß hier um so mehr ein Irrthum zum Grunde zu liegen scheint, als nach anderen Beobachtungen die Erstarrung unter der Luftpumpe umgekehrt verzögert wird, eben so, als wenn

das Blut von der Berührung mit der Luft in verschlossenen Gefäßen verwahrt ist (Krimer Physiologie des Bluts S. 307, 331). Dieß stimmt auch damit überein, daß die Kälte sonst die Gerinnung verzögert. Scudamore's Ansicht ist, daß die Zeit, in welcher das Blut gerinnt, größtentheils von der schnellern oder langsamern Entweichung des kohlensauren Gases abhängt, und daß die von ihm beobachtete stärkere Gerinnung im luftleeren Raume durch das schnellere Entweichen des kohlensauren Gases erklärt werden müsse (l. c. p. 85, 111). Indessen scheint Scudamore diese Ansicht mehr dadurch gewonnen zu haben, daß er eine starke Bildung von Kohlensäure sah, wenn er Blut neben einer Schale Kalkwasser unter einer Glasglocke absperrte, indem sich dabei eine Haut von kohlensaurem Kalk auf dem Kalkwasser bildete, was beim Aussetzen von Kalkwasser an freier Luft nicht geschah. Stellte er Blut neben Kalkwasser unter den Recipienten der Luftpumpe, so wurde die Bildung des kohlensauren Kalks beschleunigt und vermehrt. Indessen hängt, wie wir oben gesehen haben, sowohl die Absorption von Sauerstoffgas als die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute direct von den Blutbläschen ab, während diese zur Gerinnung, die nur vom Plasma ausgeht, nichts beitragen, so daß auch selbst, wenn das Factum richtig wäre, daß das Blut im Vacuo schneller erstarrte, jene Erklärung nicht ausreichen würde.

Wenn es nun nach Erscheinungen keinem Zweifel unterworfen ist, daß die Berührung des Sauerstoffs der Atmosphäre eine entschiedene Wirkung auf die Blutgerinnung ausübt, so kann man doch unmöglich solche mit Hewson, Fourcroy u. A. als die alleinige und wesentliche Ursache der Gerinnung betrachten; denn das von der Luft ausgeschlossene Blut bleibt zwar länger flüssig, erstarrt aber nichtsdestoweniger nach längerer Zeit ebenfalls ohne alle Berührung mit der Luft, ja diese Erstarrung tritt, ungeachtet ihrer Verzögerung, auch bei solchem Blut ein, was mit irrespirablen Gasarten abgesperrt wird. Auch erstarrt das Blut in den Adern des Körpers, sowohl bei Aneurismen und Unterlaufungen im Leben, als auch in allen Gefäßen, nach dem Tod in der Regel ohne Berührung mit der Luft, und hinwiederum gerinnt das Blut der Blausüchtigen und mancher andern Kranken selbst an der Luft entweder gar nicht oder nur unvollkommen. Man

kann also die Wirkung der Luft auf das Blut bei dem Erstarren nur als einen äußeren Reiz betrachten, der noch eine innere Empfänglichkeit und Lebenserregung in dem Blute voraussetzt, wenn er wirken soll, so daß der Proceß der Erstarrung unmittelbar im Blute selbst gesucht werden muß.

Proceß der Erstarrung. Todesproceß des Bluts.

§. 37.

John Hunter suchte seine Ansicht, daß die Erstarrung ein Lebensact des Blutes sey, der mit dem Bildungsacte bei Heilung der Wunden und mit der Muskelzusammenziehung Aehnlichkeit habe, vorzüglich dadurch zu beweisen, daß zur Erstarrung nicht minder wie zu dem Bildungsacte das Blut lebendig seyn müsse. Das Blut der zu Tode gehetzten Thiere, der durch narkotische Gifte, elektrische Schläge gestorbenen Menschen, das Menstrualblut erstarren nicht, weil sie schon zuvor abgestorben sind. Auf der andern Seite ist nach Hunter der Bildungsact ein wahrer Gerinnungsact, und alles Wachsthum und alle Wiedererzeugung im Körper geschieht nur durch Extravasiren des Bluts. Es scheint dieser Ansicht die Hewson'sche Idee zum Grunde zu liegen, daß die in Wunden entstehende sogenannte plastische Lymphe nichts als eine unmittelbare Ausschwitzung des unveränderten Blutplasma sey, dessen Organisirung von dem Festwerden des Blutkuchens nicht verschieden sey. So lange das Blut im Körper fließt, wird es durch die lebendige Einwirkung der Gefäße nach Hewson und Hunter flüssig erhalten, und es wird fest, so wie es aus den Gefäßen ausgetreten ist (l. c. p. 195). Dieses Festwerden ist ein Erstarrungsproceß und zugleich der Bildungsproceß, wodurch die geronnene Masse zu Gefäßen, Nerven u. s. w. organisirt wird (l. c. p. 186). So organisiren sich auch die Extravasate auf der Oberfläche entzündeter Theile, welche die geronnenen Massen bilden, in welchen sich Gefäße erzeugen, die sich ausspritzen lassen; die Substanzzunahme des Uterus in Schwangerschaften geschieht auf dieselbe Weise (l. c. p. 197). Ueberall setzt Hunter hier eine vollkommene Gleichheit der Blutextravasate und des durch Erstarrung außer dem Körper gebildeten Blutkuchens mit den plastischen embryonischen Ausschwitzungen, wodurch die Reproduction geschieht, voraus. Diese Vergleichung ist

aber gewiß zu weit getrieben, da die plastischen Ausschwitzungen bei Reproductionen verschiedener Organe offenbar im Zellgewebe, in den Muskeln, den Knochen, den Häuten, ganz von einander verschieden sind, und also eine weitere Verarbeitung und Ausbildung voraussetzen, als daß man sie geradezu für geronnenes Blut halten könnte, obgleich sie aus dem Blute gebildet sind. Auch würde bei der Ansicht, daß jeder Bildungsproceß ein Bluterstarrungsproceß wäre, nicht einzusehen seyn, wie die flüssigen Bildungen und Secretionen entständen. Auch entwickeln sich wahre Blutgerinnsel in Wunden und auf entzündeten Theilen nicht zu organischer Substanz, sondern verhindern den Heilungsproceß, und erst nachdem die Blutung aufgehört, bildet sich eine neue plastische Ausschwitzung, wodurch die Vereinigung geschieht. Nichtsdestoweniger bleibt gewiß, daß der Erstarrungsproceß ein Bildungsproceß ist, welcher einen lebendigen Zustand des Bluts voraussetzt, aber nur ein Bildungsproceß während des Absterbens; die Erstarrung ist der Todesproceß des Blutplasma, wobei seine inneren Lebensbewegungen im Act ihrer Thätigkeit zu einer indifferenten organischen Bildung, dem Blutkuchen, erstarren. Damit allein hängt es zusammen, daß das lebenskräftigere Blut sich länger vor dem Gerinnen flüssig erhält, das weniger lebenskräftige früher erstarrt. Das Blut stirbt um so schneller ab, je mehr seine Lebenskraft geschwächt ist, und erhält sich um so länger lebendig flüssig, je mehr es lebenskräftig ist. Hewson hatte schon die interessante Beobachtung gemacht, daß das Blut ohnmächtiger Personen sehr schnell gerinne, und daß von verschiedenen einer kräftigen Person hintereinander abgelassenen Blutmengen die erste viel später als die folgenden Portionen erstarren, und daß nach eingetretener Ohnmacht bei Aderlässen das Blut sogleich beim Ausfließen erstarrt (Disq. exp. p. 95). Die Gerinnbarkeit des Bluts wird in dem Maße erhöht, wie der Kräftezustand des Körpers abnimmt. Daher hielt schon Hewson dafür, daß es eine wohlthätige Erscheinung bei Hämorrhagien sey, wenn Ohnmachten einträten, weil dann durch das leicht erstarrende Blut die Gefäßmündungen verstopft und die Blutungen gestillt würden. Der Grund, warum reizende und belebende Arzeneien in solchen Fällen schaden, liege in der Aufregung des Bluts, wodurch es eine größere Flüssigkeit erhalte, welche die Stillung der Blutungen hindere (l. c. p. 96). Scudamore, Tackerah (nature and propert. of

blood, Lond. 1819) und Krimer (Phys. d. Bluts S. 330) bestätigten diese Beobachtungen an Thieren. So gerann die zuerst ausfließende Portion Blut eines Schweines in 1 Minute 50 Secunden, die zweite Portion in 50 Secunden, die letzte in 20 Secunden. Aehnlich waren auch die Versuche an Schafen. Nach Tackerah's Beobachtungen an Ochsen, die durch einen Schlag auf den Kopf zuvor betäubt waren, gerinnt indessen die erste ausfließende Blutmenge schneller (in 2 Minuten 29 Sec.), die folgende wieder langsamer (in 8 Minuten 30 Sec.), die letzte Portion aber sehr bald (in 30 Sec.). Dieses hat darin seinen Grund, daß das erste Blut in einem Zustande von Schlagfluß bei unterdrückter Respiration ausfließt, nachdem durch die fortdauernde Herzbewegung das Blut venös in die Arterien getrieben worden, die folgende Portion aber, nachdem durch Blutverlust die Hirnthätigkeit und Respiration wieder etwas frei wird, ihre gewöhnliche Lebenskräftigkeit besitzt, bis gegen das Ende des Ausfließens mit allgemeiner Ermattung auch das Blut im Schwächezustande schnell erstarrt. Ich habe diese Erscheinungen zum öfteren zu bestätigen Gelegenheit gehabt. Es kommt dabei darauf an, daß das Thier einige Zeit, nachdem es geschlagen worden, vor dem Anstechen der Gefäße liegen bleibt, damit erst venöses Blut in die Arterien geht, sonst bemerkt man jene Erscheinung nicht.

§. 38.

Hewson glaubt, daß durch eine erhöhtere Lebenswirkung der Gefäße auf das Blut die Erstarrung verhütet, durch eine verminderte Gefäßthätigkeit erhöht werde (l. c. p. 94). Er selbst nahm dabei jedoch schon auf die Einwirkung des Nervensystems in Leidenschaften und Ohnmachten hierbei Rücksicht. Schröder van der Kolk (l. c. p. 57) hat nun in neuerer Zeit die Ansicht vorgetragen, daß die geschwächte Gefäßwirkung keineswegs die beschleunigte Gerinnung bewirke, sondern daß die Ursache in einer stärkeren Contraction der Capillargefäße liege, welche dann bloßes Serum durchließen. Die letztere Vorstellung beruht indessen auf der irrigen Voraussetzung, daß im lebendigen Blute schon gebildetes Serum vorhanden sey, während dieß erst ein chemisches Product der Gerinnung und im lebenden Blute das Plasma noch ungesondert enthalten ist. Anstatt der Lebenseinwirkung der Gefäße scheint Schröder eine directe Nerveneinwirkung auf die Gerinnung anzunehmen,

indem er nach Zerstörung des Rückenmarks und Gehirns von Kaninchen bei fortdauernder Herzbewegung und Gefäßthätigkeit dennoch eine theilweise Gerinnung (Polypenbildung) beobachtete, während der übrige Theil des Bluts nicht gerann. Indessen ist diese Nerveneinwirkung bestimmt keine directe. Nach meinen Beobachtungen wirken Gehirn und Nerven nur vermittelst Modification der Respiration und durch die Gefäße auf das Blut und seine Gerinnung. Man sieht daher nur Veränderungen, nachdem das verlängerte Mark, von dem die Respirationsnerven entspringen, verletzt ist, und die von Kolk beobachtete Polypenbildung entsteht nach meinen Beobachtungen bloß durch die Herzpalpitationen nach aufgehobener Blutbewegung durch die Lungen, wobei das Blut hin und her getrieben wird, so daß die Faserstoffbildung ähnlich wie beim Quirlen zu entstehen scheint, nachdem durch die verhinderte Respiration das Blut schon im Absterben begriffen ist. Diese Wirkungen erfolgen daher auch immer sehr langsam, weil das Athmen direct nur auf die Blutbläschen wirkt, und von diesen erst die Veränderungen im Plasma ausgehen. Hiernach sind die Ansichten über die Nervenwirkungen auf die Blutgerinnung und das Blutleben überhaupt zu erklären. Diese Wirkung ist keine directe, sondern einerseits durch die peripherischen Gefäße der Lungen, andererseits durch die Organe, welche das Blut ernährt, vermittelt. Insofern aber in allen Organen die Nerven zunächst auf die Gefäße wirken, so scheint durch diese allein sich die Wirkung auf das Blut zu übertragen. Die unmittelbare Ursache der veränderten Gerinnung bei verschiedenem Kräftezustande des Körpers liegt also im Blute selbst, insofern das Plasma durch die Einwirkung der andern Organe in seiner Lebenserregung verändert worden ist. Diese Veränderungen geschehen nur im peripherischen Gefäßsysteme, sowohl der Lungen, wie des Körpers, nicht, oder doch nur langsam und unvollkommen, im centralen (durch) das Herz und die großen Gefäße), insofern in dieses die Haut der peripherischen Gefäße sich fortsetzt; daher sie denn auch bei einer ungestörten Herzbewegung eintreten und bei gestörter Herzbewegung fehlen können. Nur in der Peripherie ist es, wo mittelst der Wechselwirkung des Bluts und der Gefäße im Bildungs- und Respirationsproceß alle seine Veränderungen entstehen.

§. 39.

So wie nun die Wirkung des Gefäß= und Nervensystems auf die Lebensthätigkeit des Bluts bei der Erstarrung eine bloß erregende ist, so sind auch alle die äußern Einwirkungen auf die Blutgerinnung: die Temperatur, Elektricität, Bewegung chemische Reagentien (insofern sie nicht das Leben zerstören und wie die Säuren eine chemische Coagulation ohne wahre Faserstoffbildung erregen) nur als solche, die den Erregungsproceß verändern, zu betrachten. Das Blut kann auch ohne alle äußern Einwirkungen erstarren, wenn es nur lebendig ist; ist es aber abgestorben, so können alle äußern Einwirkungen die Erstarrung nicht mehr hervorbringen. Der wahre Grund des Erstarrens liegt also in der Lebenserregung des Blutes selbst. Die Flüssigkeit des Bluts ist keine chemische, sondern nur durch die inneren Lebensbewegungen des Plasma erzeugte. Der Erstarrungsproceß unterscheidet sich eben dadurch von dem chemischen Gerinnungsprocesse, daß die inneren Bewegungen im Plasma absterben und die an sich gleichförmige Substanz des Plasma durch die Ruhe ihrer innern organischen Urtheile fest wird, denn so lange die innern Bewegungen dauern, ist das Plasma flüssig. Die Erstarrung wird also durch äußere Einwirkungen auf das Blut nicht erzeugt, sondern bloß verändert, denn das Blut kann auch ohne alle äußern Einflüsse von selbst absterben und erstarren. Bei der Erstarrung ist nicht wie bei der chemischen Gerinnung eine Trennung und Präcipitation eines zuvor chemisch gelöst'en festen Theils von dem flüssigen, sondern Flüssiges und Festes in lebendig organischer Vereinigung erstarren ungetrennt. Die Ausscheidung von Serum aus dem erstarrten Blutkuchen ist erst eine spätere Wirkung, die jedoch auch noch als eine durch Lebenserregung bedingte Secretion anzusehen ist, mit welcher letzten Lebensäußerung des absterbenden Plasma dann der chemische Trennungsproceß beginnt. Die äußern Einwirkungen verändern also bloß den innern Erregungsproceß bei der Erstarrung, aber auf eine verschiedene Art, je nach der verschiedenen Lebenskraft des Plasma im gerinnenden Blute. Diese Wirkung muß auf die organische Erregung von außen überhaupt zurückgeführt werden, und daraus wird dann klar, wie nach Maßgabe des innern Erregungszustandes des Plasma auch die äußern Potenzen unter verschiedenen Umständen ganz verschiedene Wirkungen auf die

Erstarrung haben müssen, woraus sich alle Verschiedenheiten in Betreff der Wirkungen der äußern Ursachen auf die Erstarrung leicht erklären lassen.

Wärmebildung bei der Erstarrung.

§. 40.

Aus der verschiedenen Art der äußern Erregung des Bluts bei der Erstarrung erklärt sich auch das verschiedene Verhältniß der Wärmebildung bei der Gerinnung. John Hunter beobachtete zuerst eine Zunahme der Temperatur von einem Grad, als er Schildkrötenblut an der Luft aus einem lebenden Thiere sammelte. Die Temperatur des Thieres war 64° F. Das Blut zeigte, während es floß, 65° F., und nach dem Sammeln 66° F. Während dem Gerinnen, welches sehr langsam erfolgte, sank das Thermometer auf 65° F. (l. c. p. 95). Davy dagegen gibt nur zu, daß das Blut beim Erstarren langsam erkalte, weil die Wärme allmählich von unten aufsteige und die sich abkühlende Oberfläche von Neuem erwärme. Eine Wärmebildung bei der Gerinnung sahen auch van der Kolk (l. c. p. 75) und Denis (rech. exp. sur le sang humain. Paris 1830, p. 75) nicht. Dagegen fand aber Scudamore in einer ganzen Reihe von vergleichenden Versuchen, daß das Blut in den ersten Minuten nach der Entleerung um 1 — 1¼ Grad sich an der Luft erwärmt, und daß erst nach 4 — 5 Minuten das Sinken der Temperatur eintrat. Scudamore glaubt, daß dieß während der ersten Zeit der Gerinnung geschehe (l. c. p. 63). Besonders bemerkte Scudamore eine Temperaturerhöhung während der Berührung des frischen Bluts mit Sauerstoffgas (l. c. p. 51). Diese schreibt er dem chemischen Einflusse zu. Die Frage wegen der Wärme-Entwicklung bei der Gerinnung scheint mir bisher falsch verstanden zu seyn. Schon Hunter sah, daß die Temperaturerhöhung nicht während der Gerinnung, sondern vor der Gerinnung stattfand, und auch aus den Beobachtungen von Scudamore selbst geht hervor, daß sein Schluß, nach welchem die Wärme-Erzeugung durch den Proceß der Erstarrung selbst entsteht, nicht richtig seyn könne. Das Blut des Menschen fängt nämlich an der Luft erst nach 5 Minuten an zu erstarren, und Scudamore fand wie Hunter die Temperaturerhöhung sogleich, oder 1 — 2 Minuten nach dem Ausfließen, wo also das Blut noch flüssig seyn mußte.

Es scheint also nicht der Erstarrungsproceß, sondern bloß die Berührung des Bluts mit dem Sauerstoffe der Luft zu seyn, wodurch eine erhöhte Erregung und Wärmebildung verbunden ist. Ich habe dergleichen Temperaturmessungen sehr oft angestellt und gefunden, daß die Berührung des Bluts mit der Luft eine unerläßliche Bedingung der Temperaturerhöhung ist, und daß, wo sie erfolgt, sie immer vor der Gerinnung im Augenblicke des Rötherwerdens des Bluts eintritt. Doch müssen mancherlei günstige Umstände dabei zusammentreffen, und man sieht diese Temperaturzunahme nicht immer. Beim Arterienblute sah ich sie nie. Am merklichsten erschien sie mir am Venenblute bei lebenskräftigen Thieren nach längerer Ruhe, weniger nach stärkeren Bewegungen, wodurch eine Aufregung des Bluts durch erhöhte Respiration entsteht, welche die Empfänglichkeit für die Erregung durch Luft zu mindern scheint. Nie habe ich bei dem in Gedärmen aufgesammelten und vor der Luft geschützten Venenblut eine Temperaturerhöhung gesehen. Ich halte also die Temperaturerhöhung nur durch die Reizung des Bluts an der Luft bedingt, die mit der Erstarrung gar nichts zu thun hat.

Die Vermehrung der Wärme des Bluts beim Durchgange durch die Lungen während der Respiration scheint ganz denselben Grund zu haben. Schon Martine, Schwencke und David haben die Temperaturzunahme des aus den Lungen kommenden Bluts gefunden (Haller element. phys. I, 9). Reils Archiv, Bd. 12, S. 419). Ebenso Nysten (Dict. des scienc. méd. T. I, p. 252). Bei winterschlafenden Säugethieren fand Saissy (Reils Archiv, Bd. 12, S. 344), daß das Arterienblut um $\frac{2}{5}$ — $\frac{3}{5}$ Grad wärmer sey als Venenblut. J. Davy hat aber am entschiedensten gezeigt, daß auch das Arterienblut der übrigen Säugethiere ungefähr um 1 Grad wärmer als Venenblut ist. Bei einer Lufttemperatur von 67° F. (15,5 R.) war das ausgeleerte Venenblut eines Lammes 104° F. (32° R.), das Arterienblut 105° F. (32,4° R.). In einem andern Versuche war Venenblut 103° F. (31,5° R.), Arterienblut 105° F. Bei einem Ochsen, wo die Temperatur im Mastdarme 105° F. war, zeigte das Blut der rechten Herzkammer 105,5° F., das Blut der linken Kammer 106° F. Aehnliches zeigen die Versuche von Mayer an Pferden (Meckels Archiv 3, 457) und von Krimer an Arterien- und Venenblut des Menschen. Das Venenblut war in einem Falle 29,7° R., das Arterienblut 31,1° R.; in

dem andern Falle: Venenblut 29,3° R., das Arterienblut 30° R. (Phys. des Bluts S. 242). Ich finde, daß der Zustand des Respirationsprocesses hierauf großen Einfluß hat. Bei den alten Pferden, welche für die Anatomie in der hiesigen Thierarzneischule getödtet werden, findet sich, wenn sie an Athembeschwerden leiden, das Arterienblut oft ganz schwarz. In diesem Fall ist es auch nicht wärmer als Venenblut.

Die sogenannte Entzündungshaut oder Speckhaut.

§. 41.

Wir haben oben (§. 2) bemerkt, daß schon Petit und Senac die wahre Entstehungsart der Entzündungshaut gut kannten. Hewson hat aber ihren Ursprung durch Versuche am bestimmtesten nachgewiesen (Disq. exp. p. 38 sq.). Schwenke (Hämatologie p. 158) und Heg (Observations on the blood 1779) glaubten, daß das Serum einen wesentlichen Antheil an der Bildung der sogenannten Entzündungshaut hätte. Wogegen Hewson zeigte, daß sie allein aus der gerinnbaren Lymphe (dem Plasma) gebildet werde, welche, nachdem die rothen Bläschen sich gesenkt haben, nun frei für sich gerinnt und die Entzündungshaut darstellt. Den Grund dieser Erscheinung fand Hewson darin, daß das Blut, welches eine Entzündungshaut bildet, längere Zeit nach dem Ausfließen flüssig bleibt, oft bis 15—20 Minuten und darüber, indem die Neigung zum Erstarren geringer als beim gesunden Blute sey, das nach 7 Minuten in der Regel erstarrt ist. Hiebei steht dann das farblose, klare Plasma noch als eine flüssige Masse über den gesenkten rothen Bläschen, läßt sich davon abgießen oder abschöpfen und erstarrt dann an der Luft zur sogenannten Entzündungshaut, zum Beweise, daß es kein Serum ist, was diese Eigenschaft nicht hat. Auch sondert sich späterhin aus dem erstarrten Plasma erst Serum ab, indem sich die Kruste zusammenzieht. Diese Bildung läßt sich künstlich nachahmen, indem man in unterbundenen Gefäßen eingeschlossenes Blut längere Zeit flüssig erhält, wobei sich die Bläschen ebenfalls senken, das Plasma rein oben stehen bleibt und dann zu einer Entzündungshaut gerinnt. Die Entzündungshaut unterscheidet sich also von dem gewöhnlichen rothen Blutkuchen nur dadurch, daß beim Blutkuchen während der Erstarrung die rothen Bläschen mit eingeschlossen werden, während das Plasma, wo sich

Bayerische Staatsbibliothek München

eine Entzündungshaut bildet, ohne die Bläschen gerinnt. Schwenke (Hämatolog. p. 155) fand daher bei Beobachtung der Entzündungshaut schon, daß durchaus keine Bläschen darin zu finden seyen, worauf denn Autenrieth seine Erklärung gründete, daß die größere Festigkeit und Zähigkeit der Entzündungshaut daher rühre, daß sich der Faserstoff dichter zusammenziehen könne, weil keine Theile dazwischen wären. Hierauf beruht auch die Erscheinung, daß der Faserstoffgehalt in der Entzündungshaut weit größer ist, als in dem mit den rothen Bläschen verbundenen Kuchen (Scudamore l. c. p. 72). Dagegen behauptet van der Kolk (l. c. p. 67), daß sowohl in dem flüssigen Plasma nach dem Senken der Bläschen, als auch in der gebildeten Entzündungshaut, wenn gleich in geringer Menge, noch rothe Bläschen zu finden seyen. Darüber muß ich bemerken, daß allerdings das Senken der Bläschen überhaupt allmählich entsteht, und im Anfange des Aufklärens des Plasma noch wenige zerstreute Bläschen darin zu finden sind, die aber später noch ebenfalls verschwinden, wenn die Bildung der Kruste vollständig ist. Doch bleibt es auch zuweilen bei dem theilweisen Senken der Bläschen, wodurch dann die Bildung der Kruste unvollständig wird; was aber nicht als Beweis angesehen werden kann, daß überhaupt bei vollständiger Bildung der Kruste noch Bläschen in dem Plasma wären. Sie verschwinden gänzlich aus dem Plasma bei vollkommener Krustenbildung. Dagegen tritt nun die wahre Kügelchenbildung in dem Plasma selbst und aus seinen bewegten Urtheilen hervor, und diese scheint van der Kolk mit den Bläschen verwechselt zu haben, indem er auch in der vollständig gebildeten Kruste Kügelchen gesehen zu haben glaubt. Ihren Unterschied von den Bläschen haben wir oben bemerkt. Die Dicke der Kruste ist verschieden, je nachdem sich die Bläschen mehr oder weniger tief senken, was davon abhängt, ob das Plasma längere oder kürzere Zeit flüssig bleibt. Die Speckhaut zeigt auch in Bezug auf ihre Festigkeit, die oft lederartig ist, Verschiedenheiten, welche von dem besondern Lebenszustande des Plasma abhängen.

§. 42.

Hewson schreibt die Ursache des Senkens der Bläschen allein einer Verdünnung des Plasma durch die Entzündung zu (l. c. p. 45). Das Serum sey nicht verdünnt, denn bei einem vergleichenden Ver-

Bayerische Staatsbibliothek München

suche fand er nicht, daß sich mit Serum von gesundem und mit solchem von entzündetem Blute vermengte Bläschen in dem einen früher gesenkt hätten, als in dem andern. Auch die specifische Schwere der Bläschen im gesunden und entzündeten Blut unterscheide sich nicht; denn Bläschen von gesundem und Bläschen von entzündetem Blute hätten sich in einerlei Serum von gesundem Blut auch nicht in merklich verschiedener Zeit gesenkt (l. c. p. 53. 54). Mit der Ansicht indessen, daß das Senken der Bläschen allein von einer Verdünnung des Plasma durch die Entzündung herrühre, stehen aber die eigenen Beobachtungen von Hewson in Widerspruch, daß sich auch im nicht entzündlichen Blute, wenn es in den unterbundenen Gefäßen des Thiers eingeschlossen wird, die ganze Erscheinung nachahmen läßt; auch daß entzündliches Blut von einem und demselben Kranken eher eine Speckhaut bildet, wenn es in tiefen engen Gefäßen, als wenn es in flachen Schalen aufgefangen wird; Hewson (l. c. p. 101 sq.); ferner daß das Blut der Schwangern auch im ganz gesunden Zustand eine Kruste bildet. Aus der erstern Erscheinung geht wenigstens hervor, daß der eigenthümliche Zustand des Bluts, welcher es zur Bildung der Haut geneigt macht, auch durch die Stellung der äußern Einflüsse bei der Gerinnung des gesunden Bluts erzeugt werden kann. Hierin scheinen denn auch die widersprechenden Erscheinungen und die darauf gegründeten Ansichten von der Bedeutung der Entzündungshaut ihren Grund zu haben. Davy bemerkte schon, daß die Bildung der Entzündungshaut weder ein allgemeines Merkmal der Entzündung, noch dem Grade der Entzündung angemessen sey (Zeitschr. für org. Physik II, 388 f.). Parmentier und Dejeux sahen die Speckhaut im Scorbut und Faulfiebern (Reils Arch. I, 15), Schröder in der Syphilis (l. c. p. 32), Scudamore in der Harnruhr (l. c. p. 124) und die Thierärzte sehen ihre Bildung, wie mir Prof. Hertwig versichert, als ein Zeichen von Schwäche und Kraftlosigkeit, nie als Zeichen der Entzündung an. Dasselbe sagt schon Greve, nach welchem bei Pferden, Kühen und Schafen die Entzündungshaut nie anders erscheint als bei Fiebern mit dem Charakter des Typhus und der Lähmung (über die Krankheiten der Hausthiere, Oldenburg 1819, S. 37). Der Name: crusta pleuritica, welchen man dieser Haut bei Menschen gibt, scheint anzudeuten, daß sie hier vorzüglich bei Affectionen der Respirationsorgane erscheint, und in der That sieht

man aus der Tafel bei Scudamore (l. c. p. 142), daß in den meisten Fällen entweder reine Brustaffection oder mit ihr verbundene Krankheiten die Speckhautbildung begünstigen. In Betreff dieser verschiedenartigen innern Körperzustände, bei denen sich die Speckhaut bilden kann, sind die Beobachtungen von Belhomme über die äußeren Einflüsse, welche ihre Bildung hindern oder begünstigen (Froriep's Notizen 1824, Jun. S. 248). Nach Belhomme sind zuweilen die individuellen Zustände, welche die Speckhaut begünstigen, so mächtig, daß äußere Einflüsse gar nicht darauf wirken, zuweilen aber können bloß die verschiedenen Außenverhältnisse ihre Bildung erzeugen, ohne daß die Körperzustände in Betracht kämen. Am meisten begünstigten bei gesunden und bei kranken Menschen die Bildung einer Speckhaut: 1) eine mittelmäßig große Aderöffnung, 2) ein starker, schneller, anhaltender, bogenförmiger Blutstrahl, 3) ein enges Gefäß, worin das Blut aufgefangen wird. Blut aus einer großen Oeffnung in starkem Strahl aus einem Arme bildete eine Speckhaut; aus dem andern Arme desselben Menschen langsam, aus kleiner Oeffnung fließend, hatte es keine Haut.

§. 43.

Es frägt sich, wie man nach allem diesem die Natur der Bildungsart der Speckhaut betrachten soll. Wo bei Schwangern und Plethorischen mit sanguinischem Temperamente die Speckhaut entsteht, reicht gewiß die Hewson'sche Erklärung aus, daß eine erhöhte Lebensthätigkeit in dem Plasma das Blut längere Zeit gegen die äußeren Einwirkungen vor dem Gerinnen schützt, und daß dabei die Bläschen Zeit gewinnen, sich zu senken. Oft zeigen daher bei wiederholten Aderlässen nur die ersten Portionen Blut eine Speckhaut in solchen Fällen; die später abgelassenen Portionen, deren Lebenserregung schon vermindert ist, bilden keine Speckhaut an der Luft. Indessen wird diese erhöhte Lebenserregung nicht vorhanden zu seyn brauchen, wenn man das Blut vor der Einwirkung der Luft, die seine Vitalität durch Ueberreizung schnell erschöpft, schützt, so daß es sich auf diese Art auch längere Zeit flüssig erhält, bis die Bläschen sich senken, ohne daß eine erhöhte Lebenserregung vorhanden wäre. Da größere Quantitäten Blut, in tiefen engen Gefäßen aufgefangen, nur wenig mit der Luft in Berührung kommen, so

scheint sich hier die Speckhaut ähnlich zu bilden, als wenn das Blut in ganz verschlossenen Adern oder künstlichen Geräthschaften eingeschlossen aufbewahrt wird. Da nun aber auch bei offenbar verminderter Lebenserregung, im ganzen Körper sowohl als im Blute, die Bildung der Speckhaut bei Thieren und Menschen beobachtet wird, so muß noch eine andere mitwirkende Ursache hinzukommen, die auch bei schnellerer Gerinnung des Plasma das Senken der Bläschen erzeugen kann. Diese Ursache scheint mir in der Vermehrung des Farbstoffgehaltes und der dadurch bewirkten vergrößerten specifischen Schwere der Blutbläschen zu liegen. Wenn die Hewson'schen Versuche richtig sind, so können sie nur beweisen, daß im gesunden und entzündlichen Blute die specifische Schwere der Bläschen nicht differirt; indessen ist auf diese Versuche bei dem baldigen Zusammenschrumpfen der Bläschen, bei Aufbewahrung im Serum, nicht viel Gewicht zu legen. Es ist aber durch meine oben angeführten Beobachtungen erwiesen, daß der Farbstoffgehalt der Bläschen sich sehr ändern kann, was natürlich ihre specifische Schwere auch verändern muß. Auch ist oben schon angedeutet worden, daß in demselben Venenblute die verschiedenen Bläschen schon einen verschiedenen Farbstoffgehalt haben, und daß die durch größeren Farbstoffgehalt schwereren sich früher senken, so daß in jedem Blutkuchen der untere Theil dunkler und reicher an Farbstoff ist. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich bei der Bildung der Speckhaut, wo die leichteren Bläschen von blasserer Farbe oft noch in dem Plasma schwimmen, während sich die dunkleren schon gesenkt haben. Je schwärzer und venöser das Blut überhaupt, desto größer ist der Farbstoffgehalt der Bläschen, dieß zeigen auch meine chemischen Versuche am Pfortaderblut im Großen. Eine Hemmung in der Respiration, wodurch das Blut schwärzer wird, muß also auch eine größere specifische Schwere der Bläschen und ihr leichteres Senken im Plasma zur Folge haben. In der That bin ich durch Beobachtungen an Pferden überzeugt worden, daß bei den mit Respirationsbeschwerden verbundenen Krankheitszuständen die Speckhaut sich immer sehr leicht von selbst bildet, und ich habe von keinem rotzigen Pferde Blut gesehen, bei dem sich nicht die Bläschen sehr leicht und schnell gesenkt hätten. Da nun ein venöser Zustand des Bluts und damit zusammenhängende Leiden der Respirationsorgane in der Regel die sogenannten Nervenfieber begleiten, so scheint mir daraus die Bildung

man aus der Tafel bei Scudamore (l. c. p. 142), daß in den meisten Fällen entweder reine Brustaffection oder mit ihr verbundene Krankheiten die Speckhautbildung begünstigen. In Betreff dieser verschiedenartigen innern Körperzustände, bei denen sich die Speckhaut bilden kann, sind die Beobachtungen von Belhomme über die äußeren Einflüsse, welche ihre Bildung hindern oder begünstigen (Froriep's Notizen 1824, Jun. S. 248). Nach Belhomme sind zuweilen die individuellen Zustände, welche die Speckhaut begünstigen, so mächtig, daß äußere Einflüsse gar nicht darauf wirken, zuweilen aber können bloß die verschiedenen Außenverhältnisse ihre Bildung erzeugen, ohne daß die Körperzustände in Betracht kämen. Am meisten begünstigten bei gesunden und bei kranken Menschen die Bildung einer Speckhaut: 1) eine mittelmäßig große Aderöffnung, 2) ein starker, schneller, anhaltender, bogenförmiger Blutstrahl, 3) ein enges Gefäß, worin das Blut aufgefangen wird. Blut aus einer großen Oeffnung in starkem Strahl aus einem Arme bildete eine Speckhaut; aus dem andern Arme desselben Menschen langsam, aus kleiner Oeffnung fließend, hatte es keine Haut.

§. 43.

Es frägt sich, wie man nach allem diesem die Natur der Bildungsart der Speckhaut betrachten soll. Wo bei Schwangern und Plethorischen mit sanguinischem Temperamente die Speckhaut entsteht, reicht gewiß die Hewson'sche Erklärung aus, daß eine erhöhte Lebensthätigkeit in dem Plasma das Blut längere Zeit gegen die äußeren Einwirkungen vor dem Gerinnen schützt, und daß dabei die Bläschen Zeit gewinnen, sich zu senken. Oft zeigen daher bei wiederholten Aderlässen nur die ersten Portionen Blut eine Speckhaut in solchen Fällen; die später abgelassenen Portionen, deren Lebenserregung schon vermindert ist, bilden keine Speckhaut an der Luft. Indessen wird diese erhöhte Lebenserregung nicht vorhanden zu seyn brauchen, wenn man das Blut vor der Einwirkung der Luft, die seine Vitalität durch Ueberreizung schnell erschöpft, schützt, so daß es sich auf diese Art auch längere Zeit flüssig erhält, bis die Bläschen sich senken, ohne daß eine erhöhte Lebenserregung vorhanden wäre. Da größere Quantitäten Blut, in tiefen engen Gefäßen aufgefangen, nur wenig mit der Luft in Berührung kommen, so

scheint sich hier die Speckhaut ähnlich zu bilden, als wenn das Blut in ganz verschlossenen Adern oder künstlichen Geräthschaften eingeschlossen aufbewahrt wird. Da nun aber auch bei offenbar verminderter Lebenserregung, im ganzen Körper sowohl als im Blute, die Bildung der Speckhaut bei Thieren und Menschen beobachtet wird, so muß noch eine andere mitwirkende Ursache hinzukommen, die auch bei schnellerer Gerinnung des Plasma das Senken der Bläschen erzeugen kann. Diese Ursache scheint mir in der Vermehrung des Farbstoffgehaltes und der dadurch bewirkten vergrößerten specifischen Schwere der Blutbläschen zu liegen. Wenn die Hewson'schen Versuche richtig sind, so können sie nur beweisen, daß im gesunden und entzündlichen Blute die specifische Schwere der Bläschen nicht differirt; indessen ist auf diese Versuche bei dem baldigen Zusammenschrumpfen der Bläschen, bei Aufbewahrung im Serum, nicht viel Gewicht zu legen. Es ist aber durch meine oben angeführten Beobachtungen erwiesen, daß der Farbstoffgehalt der Bläschen sich sehr ändern kann, was natürlich ihre specifische Schwere auch verändern muß. Auch ist oben schon angedeutet worden, daß in demselben Venenblute die verschiedenen Bläschen schon einen verschiedenen Farbstoffgehalt haben, und daß die durch größeren Farbstoffgehalt schwereren sich früher senken, so daß in jedem Blutkuchen der untere Theil dunkler und reicher an Farbstoff ist. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich bei der Bildung der Speckhaut, wo die leichteren Bläschen von blasserer Farbe oft noch in dem Plasma schwimmen, während sich die dunkleren schon gesenkt haben. Je schwärzer und venöser das Blut überhaupt, desto größer ist der Farbstoffgehalt der Bläschen, dieß zeigen auch meine chemischen Versuche am Pfortaderblut im Großen. Eine Hemmung in der Respiration, wodurch das Blut schwärzer wird, muß also auch eine größere specifische Schwere der Bläschen und ihr leichteres Senken im Plasma zur Folge haben. In der That bin ich durch Beobachtungen an Pferden überzeugt worden, daß bei den mit Respirationsbeschwerden verbundenen Krankheitszuständen die Speckhaut sich immer sehr leicht von selbst bildet, und ich habe von keinem rotzigen Pferde Blut gesehen, bei dem sich nicht die Bläschen sehr leicht und schnell gesenkt hätten. Da nun ein venöser Zustand des Bluts und damit zusammenhängende Leiden der Respirationsorgane in der Regel die sogenannten Nervenfieber begleiten, so scheint mir daraus die Bildung

der Speckhaut in diesen Fällen erklärlich. Insofern auch beim Menschen vorzüglich reine oder mit andern Krankheiten verbundene Leiden der Athemorgane vorzüglich diejenigen Zustände sind, bei denen die Speckhaut beobachtet wird, so ist wahrscheinlich auch hier der wirklich entzündliche Zustand von viel geringerer Wirkung auf den Zustand des Bluts, wodurch sich eine Speckhaut bildet, als die gehemmte Respiration, wodurch sich eine größere Menge aus zurückgehaltenen kohlenstoffhaltigen Theilen gebildeten Farbestoffs in den Bläschen ansammelt. Daher scheint auch umgekehrt die Ligatur eines Gliedes, wodurch sich in den comprimirten Venen bei längerer (nach Simson dreistündiger) Dauer ein schwarzes, stark gekohltes und farbreiches Blut ansammelt, die Bildung der Speckhaut zu begünstigen. (Man vergl. hierüber Simson, de re medica. Diss. III, Sect. 38, p. 112 und Hewson, disq. exp. p. 117.)

Veränderung des Plasma nach der Erstarrung. Blutkuchen und Serum.

§. 44.

Nach der Erstarrung fängt das Plasma an sich durch allmähliche innere Zusammenziehung seiner Kügelchen zu verdichten; die Masse, welche anfangs durchscheinend war, wird trüber, jemehr die Zusammenziehung zunimmt, und nun scheidet sich eine mehr oder weniger farblose Flüssigkeit, das Serum, aus, während der feste Theil den Blutkuchen (Placenta, Crassamentum) bildet. Dieser letztere enthält, wenn die Blutbläschen bei der Gerinnung gleichmäßig im Plasma vertheilt blieben, auch die Blutbläschen, und erhält davon die rothe Farbe; wenn sich aber die Bläschen vor der Gerinnung gesenkt hatten, so bildet der Kuchen den reinen Faserstoff oder die Fibrine, wie sich diese auch in der Speckhaut zeigt. Döllinger (Abhandl. der Akademie d. W. zu München VII, 186) glaubte, die Blutbläschen schwitzten das Serum aus, auch Kaltenbrunner und Schmidt (Blutkörner S. 39) nehmen an, daß Serum aus den Bläschen schwitze. Indessen zeigt der reine Bodensatz farbiger Bläschen nie eine Serumbildung, und nur insofern eine Quantität Plasma zwischen ihnen eingeschlossen ist, scheidet sich Serum aus diesem, nie aus den Bläschen; daher denn auch die Ausscheidung des Serums aus dem Blutkuchen um so geringer ist, je mehr Bläschen darin enthalten sind. Wird das Blut während

des Erstarrens umgerührt, so geschieht die Verdichtung des Plasma und die Ausscheidung von Serum schneller (aber unvollkommener, da man weniger Faserstoff gewinnt), wobei sich dann der größte Theil der Bläschen mit dem Serum vermengt, welches Gemenge man geschlagenes Blut nennt. Der Faserstoff enthält dann nur eine geringere Menge Bläschen in sich, und sammelt sich in elastischen Lappen und Zasern um das Werkzeug, womit man das Blut umrührt, anstatt er bei ruhigem Gerinnen einen zusammenhängenden Kuchen bildet.

Bei dem ruhigen Erstarrungsprocesse fängt die Ausschwitzung von Serum aus dem Kuchen bald nach dem völligen Erstarren an, und dauert dann längere Zeit fort, so daß der Proceß ungefähr binnen 24 Stunden erst beendet ist. Die verhältnißmäßige Menge feuchten Kuchens zum Serum richtet sich hier sehr nach der größeren oder geringeren Lebenskraft des Bluts und der dadurch bedingten Vollständigkeit der Erstarrung. Bei schwachem Erstarrungsprocesse des kraftlosen Blutes, z. B. Skorbutischer, Erstickter ꝛc., sondert sich oft nur wenig Serum ab, und der Kuchen bleibt ganz weich. Man kann daher die Bildung von Serum als eine im Absterben vor sich gehende lebendige Secretion und als die letzte Lebenswirkung des Bluts ansehen. Der Stoff, welcher die innere Gestaltung des Bluts bedingt, ist der Faserstoff; dieser scheidet hierbei das gestaltlose noch chemisch aufgelöst'e Eiweiß als Serum von sich aus. Immer enthält der feuchte Blutkuchen noch viel Serum eingeschlossen, von dem sich der Kuchen nach dem Absterben nicht trennen konnte, das durch gelindes Pressen oder auf einem Filtrum aber allmählich abträufelt, so daß die Angaben über das Verhältniß von Kuchen und Serum sehr abweichen. Es ist nach Hamberger 1 : 0,80 — 1 : 0,82, Vieussens 1:0,60. Boyle 1:1; Tabor 1:1,40; Homberg 1:1,66; Schwenke 1:2; Senac 1 : 4; Boerhave 1 : 7; Bergen 1:10 (Haller, elem. phys. I, p. 48). Nach Tackerah beim Hunde 1 : 0,28 — 0,50; beim Schafe 1 : 0,47; beim Ochsen 1 : 0,63; beim Schweine 1 : 0,65; beim Pferde 1 : 0,76 (l. c. p. 29). Nach Fiedler bei Tauben 1 : 0,05 — 0,009. Nach Ficinus bei Karauschen 1 : 1,24. Nach meinen Beobachtungen bei Ochsen 1 : 03. Prevost und Dumas (Bibl. univ. 17. 301) haben das Verhältniß des getrockneten Blutkuchens zum Serum bei sehr

vielen Thieren bestimmt, wobei indessen zu bemerken ist, daß dieser außer den Bläschen und dem Faserstoff immer noch viel Serum-Eiweiß enthielt. Am geringsten zeigte sich das Verhältniß bei Fischen. Es waren nämlich in 1000 Theilen Blut bei der Forelle 63, beim Aal 60, bei der Quappe 48 Theile Kuchen. Die Amphibien zeigten sich hierin verschieden: beim Frosch 69, bei der Schildkröte 150 Theile. Von den Säugethieren waren beim Pferde 91, beim Hasen 92, bei der Ziege 93, bei der Katze 102, beim Meerschweinchen 123, bei Simia callitrix 146; der Mensch zeigte 129 Theile Kuchen in 1000 Theilen Blut. Am größten war das Verhältniß bei den Vögeln: beim Storche 132, beim Raben 146, bei der Ente 150, beim Huhn 157.

Bedeutung des Plasma im lebenden Blute.

§. 45.

Während die Blutbläschen nur den Zweck haben, die Blutbildung durch den Respirationsproceß zu vermitteln, ist das Plasma allein der Theil, wodurch das Blut seine belebende und bildende Wirkung ausübt, es ist allein das Blut selbst im wahren Sinne des Worts. Hierfür sprechen zunächst schon die Erscheinungen, aus denen wir oben bewiesen haben, daß die Blutbläschen nicht der bildende Theil des Bluts sind; alsdann aber besonders alle Lebensverhältnisse des Plasma selbst. Zunächst, daß nur in ihm ein innerer Erregungsproceß stattfindet, womit zusammenhängt, daß mit dem Kräftezustande des Thiers auch der Zustand des Plasma innig verbunden ist. Ferner ist das Plasma sowohl in der Embryonenbildung wie bei den niedern Thieren das ursprünglich Entstehende und auch ohne Bläschen Bildende, und bei den höhern Thieren und beim Menschen zeigt sich, daß mit dem verhältnißmäßigen Uebergewichte des Plasma die bildende Kraft des Bluts zunimmt, mit einer Verminderung des Plasma aber abnimmt. Daher ist das von den Organen zurückkehrende Venenblut in dem Maße mit Bläschen bereichert, als es an Plasma ärmer und zur Bildung untauglich ist. Das Blut, welches gar kein lebensfähiges gerinnbares Plasma besitzt, wie das Menstrualblut, das Blut lange hungernder Thiere, ist aus dem Grunde zur Ernährung untauglich, ungeachtet der unverändert darin enthaltenen Bläschen. Die Blutbläschen wirken auf den Heilungs-

proceß in Wunden sogar störend ein, in Fällen, wo sich unverändertes Blut zwischen die Wundränder ergoß. Es zeigt sich ferner eine Aehnlichkeit zwischen der auf heilenden Wundflächen ergossenen plastischen Lymphe und dem Plasma des Bluts, und obgleich Hunter diesen Vergleich zu weit getrieben und eine unmittelbare Identität zwischen beiden angenommen hat, so läßt sich doch die Entstehung der plastischen Lymphe in Wunden, durch eine geringe Metamorphose, das Plasma nicht verkennen. Schröder van der Kolk und Scudamore scheinen den Faserstoff für den mit bildender Kraft im Blute begabten Theil im Sinne von Hewson zu halten. Indessen ist im lebenden Blute noch eine so innige organisirte Verbindung der nach der Gerinnung sich abscheidenden Bestandtheile: des Eiweißes und Faserstoffs, des Fettes und der Salze, daß das Plasma ebensowenig ohne den Eiweißgehalt als ohne den Faserstoff bildungsfähig seyn würde. Bei der Ansicht, daß allein der Faserstoff das Bildende im Blute sey, scheint man nur auf die festen, nicht auf die flüssigen Bildungen aus dem Blute gesehen zu haben. Alle Secretionen flüssiger Qualität wären bei jener Ansicht unerklärlich. Und selbst die Ernährung aller festen Theile, die eine dem Faserstoffe ganz entgegengesetzte Qualität haben, z. B. des Gehirns und Nervensystems, der Knochen, Drüsen u. s. w., kann dadurch allein nicht geschehen, Vielmehr scheinen die zu einer lebendigen und identischen Einheit im Plasma verbundenen Theile sämmtlich bei jeder Ernährung mitzuwirken, so daß sich das Blut hierbei auf ähnliche Weise wie beim Erstarrungsprocesse trennen kann, um an jedes Organ den nährenden Stoff auszutheilen, welcher überall eine Verbindung von Faserstoff in zweckmäßigen, in dem einen Organ überwiegenden, in dem andern Organe zurücktretenden Verhältnissen, mit den sonstigen Theilen des Plasma seyn muß. Es ist also nur das lebendige Plasma in der organisirten Einheit aller seiner Theile dem Bildungsproceß überhaupt entsprechend, und man kann nur zugeben, daß der Faserstoff, als das Gestaltgebende, darin das Erregende ist.

Blutdunst. **Halitus s. Aura sanguinis.**

§. 46.

Beim Abkühlen des Bluts entweicht ein Dunst von speci-

fischem Geruche, der sich auch dem vom Blut abdestillirten Wasser mittheilt, was dadurch leicht fault und Ammonium entwickelt, wie schon Rouelli beobachtete (Journ. de Médec. 1773. Jul. 68). Nach Hünefeld ist der Geruch des Blutdunstes durch Chlor zerstörbar; der Dunst, in eine Flasche gesammelt, präcipitirt Kalkwasser nicht, aber Sublimatauflösung in weißen Flocken (Phys. Chemie I, 128. II, 113). Fourcroy sagt, daß der Dunst bei Greisen und Castraten fehle, auch bei der Rückendarre, und daß er geringer bei Weibern und Kindern als bei Männern sey. Indessen hat das Blut der Schwangern einen Placentageruch und das Menstrualblut riecht widrig. Das Blut vom Igel riecht nach Moschus, das von der großen Haselmaus hat einen Rattengeruch, ähnlich das Blut der Fledermäuse (Saissy in Reils Archiv 12, 344). Barrnel hat neuerlich auf den Geruch des Blutdunstes eine Blutdiagnostik gründen wollen, indem er zu finden glaubt, daß der Blutdunst dem Schweiße der Thiere, von denen das Blut genommen sey, ähnlich rieche, und daß dieser Geruch sich stärker entwickle, wenn man Schwefelsäure zum Blute setze. Dadurch sollten sich bei gerichtlich medicinischen Untersuchungen z. B. Männer- und Frauenblut, Menstrualblut, Thierblut unterscheiden lassen. Dagegen behauptet Raspail (Annal. des scienc. d'observation, T. II, p. 137), daß der Geruch, welcher sich durch Schwefelsäure aus dem Blut entwickelt, veränderlich sey und sich nicht von dem Geruch anderer organischer Substanzen unterscheiden lasse. Ob die belebende Wirkung, die man in Lähmungen und andern Krankheiten von frischen Thierhäuten, die auf die leidenden Theile gelegt werden, erwartet, von dem Blutdunste herrührt, oder ob bloß die feuchte thierische Wärme hierbei wirkt, bleibt unentschieden.

Blutmenge im Körper.

§. 47.

Die Blutmenge schätzt man nach der Quantität, die beim Verbluten der Thiere ausfließt, oder nach der Geräumigkeit des Gefäßsystems, die sich durch die Menge der Einspritzung ergibt. Man hat auch auf die bei Blutungen ausgeleerten Blutmengen gesehen. Alle drei Methoden können keine ganz sichern Resultate geben, da bei Verblutungen immer eine große Menge Blut in

dem peripherischen Systeme zurückgehalten wird, auch die Thiere häufig schon vor dem Ausfließen alles Blutes aus den großen Gefäßen ohnmächtig werden; da ferner bei Injectionen entweder Extravasate entstehen, oder nicht alle Gefäße, besonders im peripherischen Systeme, sich anfüllen, auch mechanische widernatürliche Ausdehnungen der Gefäße entstehen können, und endlich bei wiederholten Blutungen leicht eine Regeneration des Bluts stattfindet. Indessen kommt es auch nur auf ungefähre Bestimmungen an, da offenbar nach dem Alter, dem Geschlechte, den Temperamenten und Körperzuständen die Blutmengen sehr wechseln. Haller nahm beim erwachsenen Menschen 28—30 Pfund an (Element. physiol. II, p. 2). Wrisberg sammelte bei einem enthaupteten Weibe 24 Pfund und sah eine Frau, die durch Mutterblutfluß 26 Pfund Blut verlor (Haller Grundriß der Physiol. mit Verbesserungen von Wrisberg ꝛc. 3. Aufl. 1812). Nach Herbst (Comment. hist. crit. et anat. phys. de sang. quantitate. Gotting. 1822, 4.) kann man 26 Pfund Injectionsmasse in die Gefäße spritzen, und er schätzt die Blutmenge nur auf 10—14 Pfund, was wohl zu gering ist. Das Verhältniß des Bluts zum Körpergewicht ist bei der Weinbergsschnecke nach Erman 1:6,11—1:5,67 (Abhandl. d. Akad. zu Berlin 1816—17, S. 203), nach Carus 1:9,60; nach demselben beim Krebs 1:13. Herbst gibt das Verhältniß 1:12 beim Ochsen, 1:14 bei der Eidechse (nach Blumenbach), 1:16 beim Hund und beim Frosch, 1:18 beim Pferd und der Taube, 1:20 beim Hasen, der Ziege, dem Kalbe, dem Lamm und dem Sperling, 1:22 bei der Katze und dem Schafe, 1:23 beim Esel, 1:24 beim Kaninchen, 1:29 bei der Ente, 1:32 bei der Henne. Nach Krimer beim Karpfen 1:30, beim Hecht 1:32, beim Frosch 1:14, beim Salamander 1:12 (Physiol. des Bluts S. 348). Die weiblichen Hausthiere haben nach meinen Beobachtungen mehr Blut als die männlichen. Eine Kuh von ungefähr 600 Pfund Gewicht gibt beim Schlachten 100—110 Pfund Blut, ein Ochse von derselben Größe gibt nur 50—70 Pfund. Ferner geben die mageren Thiere mehr Blut als die fetten. Ein magerer Ochse gibt 80—90 Pfund Blut beim Schlachten. Dieß war den Alten schon bekannt: Tenuioribus corporibus magis sanguis, plenioribus magis caro abundat (Celsus Lib. II, c, 10). Daher können magere Personen weit stärkere Aderlässe vertragen als fette. Pli-

nius sagt, daß die Hostien weit mehr Blut gäben, wenn sie zuvor getrunken hätten (Hist. nat. XI, 58). Der Blutreichthum einzelner Organe unterscheidet sich in doppelter Rücksicht. Es gibt Organe, zu denen verhältnißmäßig kleine Arterien gehen, die aber im peripherischen Gefäßsystem ihres Parenchyms viel Blut zurückhalten, wie z. B. die Milz und die Mesenterialdrüsen. Hingegen andere Organe, zu denen verhältnißmäßig große Arterien gehen, welche aber dennoch in ihrem Parenchym eine weit geringere Menge Blut enthalten. Durch das peripherische System der zuerst genannten Organe bewegt sich das Blut langsam, weil es wichtige, umbildende Verrichtungen auszuüben hat, durch die letztern Organe läuft eine große Menge Blut sehr schnell, weil es sich bloß von fremden Stoffen reinigt. Sonst finden diejenigen Organe sich am blutreichsten, deren Lebens- und Bildungsproceß am aufgeregtesten ist. Das Zellgewebe, die Knochen, Sehnen, serösen Häute erscheinen daher blutärmer als die Schleimhäute, die Körperhaut, die Muskeln und die Drüsen. Das centrale und peripherische Nervensystem erscheint in seinem Marke blutarm, indessen scheint dieß nur von der überwiegenden Anzahl plastischer Gefäße, die keine Bläschen führen, in diesen Organen herzurühren, so daß mehr Plasma, weniger rothes Blut in ihnen bewegt wird. Bei Erhöhung der Thätigkeit der Organe sammelt sich eine größere Menge Blut im peripherischen System an. Dieß kann bei Anstrengungen des ganzen Körpers so weit gehen, daß das meiste Blut aus dem Herzen und großen Gefäßen verschwindet, so daß bei gehetzten Thieren zuweilen kein Tropfen Blut aus den geöffneten Adern fließt. Ohnmachten und Scheintod nach Blutverlusten erfolgen bei blutreichen mageren Personen und beim weiblichen Geschlecht oft erst, nachdem $^3/_4$ der ganzen Blutmenge verloren ist; dagegen fette Personen oft schon nach dem Verlust von $^1/_4$—$^1/_8$ der Blutmenge ohnmächtig werden. Nach Piorry trat der Scheintod bei jungen Kälbern ein, wenn sie 3 — 6 Pfund ($^1/_{12}$—$^1/_{20}$ des Körpergewichts) an Blut verloren hatten, bei älteren erst, wenn sie 12 -- 16 Pfund ($^1/_{11}$ — $^1/_9$ des Körpergewichts) verloren hatten. Beim Lamm trat nach dem Verluste von 28 Unzen ($^1/_{28}$ des K. G.), beim Hammel von 61 Unzen ($^1/_{23}$ des K. G.) der Scheintod ein (Transfusion des Bluts von Scheel II, S. 133). Nach Hales beim Pferde nach dem Ablassen von 32 Pfund ($^1/_{25}$ des K. G.) (Statik des Geblüts S. 17), nach Blundel bei Hun-

den nach dem Verluste von 9 Unzen (1/30 des K. G.), bisweilen von 1 Pfund (1/10 des K. G.) (Researches physiological and pathological. London 1824, p. 66, 94, 99). Nach Piorry können Hunde 1/25 ihres Körpergewichts an Blut verlieren, ohne daß der Tod erfolgt, fließen aber einige Unzen mehr aus, so sterben sie (Froriep's Notizen XIII, 189). Nach Marshall Hall erhält ein Thier, das, bei Blutentziehung in aufrechter Stellung erhalten, ohnmächtig wird, Herzschlag und Kraft wieder, wenn der Kopf in eine horizontale oder niederhängende Stellung gebracht wird, die Symptome der Ohnmacht erneuern sich aber, sobald der Kopf wieder eine recht hohe Stellung erhält. Ohnmacht und Tod gehen dabei wahrscheinlich vom Gehirn aus, indem die Respiration dadurch gehemmt wird, während der Herzschlag noch fortdauert; daher tritt die Ohnmacht mit Seufzen ein, worauf angestrengtes Athmen mit Hülfe des Zwerchfells, Winseln und Luftschnappen vor dem Tode folgen (An experimental investigation of the effects of loss of blood, London 1832).

Dritter Abschnitt.

Chemische Bestandtheile des Bluts.

---

a. Feste Theile überhaupt.

§. 48.

Der Gehalt an festen Theilen im Blute zeigt sich bei verschiedenen Thieren und Menschen und auch in verschiedenen Zuständen derselben verschieden. Ich erhielt beim Eintrocknen des Bluts von einem mageren mit Heu ernährten Pferde 18,6 Procent, und dagegen aus dem Blut eines gut mit Hafer gefütterten, ebenfalls aber magern Pferdes 22,9 Procent feste Theile. Wenn man die von Prevost und Dumas angegebenen Verhältnisse von festen Theilen im Serum und Blutkuchen, welche zusammen alle festen Theile des Bluts enthalten, bei verschiedenen Thieren summirt, so erhält man beim Menschen für 100 Theile Blut 21,6 feste Theile, so daß also 78,4 Wasser darin enthalten sind. Bei Simia Callitriche an festen Theilen 22,4; beim Meerschweinchen 21,5; beim Hunde 18,9;

bei der Katze 20,4; bei der Ziege 18,5; beim Pferde 18,1; beim Kalbe 17,3; beim Schafe 17,07; beim Kaninchen 16,2; unter den Vögeln beim Reiher 19,18; beim Raben 20,2; bei der Ente 23,4; beim Huhn 22,0; bei der Taube 20,2; unter den Amphibien bei der Landschildkröte 23,1; beim Frosch 11,5; unter den Fischen bei der Forelle 13,6; beim Aal 15,4; bei der Quappe 11,3 Proc. (Bibl. univ. 17, 301). Berthold fand an festen Theilen im Blute beim Manné, der wegen Plethora zur Ader gelassen wurde, 26,4; beim Schwein 24,9; beim Ochsen 20,9; beim Kalbe 19,9; beim Hammel 19,9; beim Ziegenlamme 16,2; beim Hunde 24,8; bei der Katze 24,4; beim Huhn 20,6; bei der Taube 17,9; beim Frosch 9,4; beim Karpfen 14,06 Proc. (Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Zootomie S. 260). Demnach zeigen die Frösche und Fische weniger feste Theile als die Säugethiere und Vögel, das Kalb weniger als der Ochse.

Von dem Gehalt an festen Theilen hängt das specifische Gewicht des Bluts ab. Wir haben die Bestimmungen bis jetzt nur vom Menschen, die aber ziemlich übereinstimmen. Nach Juvine hat das warme Blut ein spec. Gewicht von 1,053, das kalte 1,055; nach Muschenbroek 1,056 (Haller, el. phys. I, 38). Nach Denis ist es im Durchschnitte 1,059, nach Berzelius 1,052—1,057. Künftig wird man bei dem Blute verschiedener Thiere und bei dem aus verschiedenen Zuständen beim Menschen, gemäß dem abweichenden Gehalt an festen Theilen, auch die Verschiedenheiten des spec. Gewichts finden. Nach Davy ist bei Hunden, Schafen, Ochsen das Venenblut specifisch schwerer als Arterienblut, in dem Verhältnisse von 1054 : 1050 (Meckels Archiv 3, 129), nach Scudamore im Verhältnisse von 1056 : 1053 (l. c. p. 32). Nach meinen Beobachtungen ist das spec. Gewicht des Arterienbluts 1,053, das des Venenbluts 1,054 beim Pferde. Dagegen gab Hamberger das Venenblut specifisch leichter an, im Verhältnisse von 1000: 1019—1036. Magendie gibt das Verhältniß 1031 : 1049 an.

b. Farbstoff (Blutroth, Hämatine).

Farbenveränderungen, die nicht vom Blutroth herrühren.

§. 49.

Nur das rothe Blut und seine Uebergänge in Blauroth und Schwarzroth scheint seine Farbe dem eigenthümlichen Blutroth der

höheren Thiere zu verdanken. Unter den niederen Thieren findet sich aber, besonders in den Raupen der Schmetterlinge, grünes Blut, wie bei Sphinx Euphorbia, Sph. Atropos, Bombyx Vinula nach Rengger (Physiol. Untersuchungen über den thierischen Haushalt der Insecten S. 28) und bei Bombyx Pini und ähnlichen Arten nach Suckow (Heusinger Zeitschrift f. org. Physik 1, 602). Nach Marcel de Serres haben auch die Heuschrecken grünes Blut, die meisten Käfer dunkelbraunes, die Seidenraupe gelbes, die Weidenraupe B. Salicis orangefarbenes, die meisten Schmetterlinge wenig dunkelgefärbtes (Mém. du Museum T. IV). Blut der Holothurien, See-Igel und Seesterne ist nach Tiedemann gelblich oder orangefarben (Phys. des Menschen I, 313). Bei Aphrodite, auch beim Scorpion fand R. Wagner ein lymphartig helles Blut (vergl. Physiol. des Bluts S. 39). Ermann fand bei mehreren Schnecken milchiges, ins Bläuliche spielendes Blut (Abhandl. d. Akad. zu Berlin 1816/17 S. 209). Die Bläschenhüllen des Bluts der meisten dieser Thiere sind aber farblos und färben das Wasser nicht, und die Blutfarbe scheint von den in den Bläschen eingeschlossenen Dotterkügelchen, wenigstens bei den Raupen, herzurühren, da bei diesen der Dotter meistens ebenfalls grün oder gelb ist, wie das Blut. Auch das gelbe Blut im bebrüteten Hühnchen und der Fischembryonen, ebenso wie das graue der Froschembryonen rührt nach meinen Beobachtungen von der Farbe der Dotterkügelchen her. Häufig ist auch bei Säugethieren und Menschen milchiges Blut, indem die rothe Farbe nur durchschimmerte, beobachtet worden. Solches Blut bildet beim Erstarren einen rothen Kuchen, scheidet aber milchweißes Serum ab, wie dieß ähnlich bei der Gerinnung des Chylus stattfindet. Hewson beobachtete solches Blut bei Gänsen (Disq. exp. p. 156), ebenso Ladel (de ansere mactato loco sanguinis album liquorem stillante. Acad. nat. curios. 1687. Dec. II, p. 154), Schlemm bei ganz jungen säugenden Katzen (Frorieps Notizen, Nr. 536, Aug. 1829), wie auch Mayer (das. Nr. 565, 1830, Jan.) und Autenrieth sagt, daß man innerhalb 10—12 Stunden nach dem Genusse von Speisen häufig ein milchweißes Serum des Bluts bei gesunden Thieren und Menschen finde, was auch schon von Schröck, Tulpius und Bartholin beobachtet war (Kastner das weiße Blut, Erlangen 1832 S. 35 und Hesse allgem. med. Annalen 1827, 1311). Lower (de corde p. 242),

Viridet (Traité du bon chyle, Paris 1735) und Ploucquet glaubten, daß diese Erscheinung vom Chylus, der unverändert ins Blut gegangen sey, herrühre, wogegen Hewson meinte, daß sie vom resorbirten Fett herrühre, da man sie bei hungernden fetten Gänsen, aber nicht so merklich bei gefütterten finde (l. c. p. 157). Wahrscheinlich entsteht die Erscheinung auf beiderlei Art, denn ich finde, daß sie sich auch bei stark mit Hafer gefütterten Pferden zeigt; aber in beiden Fällen rührt die Färbung von Fett her, das in Kügelchen zertheilt im Blute schwimmt und später sich mit dem Serum verbindet, wie es schon Hewson beobachtete, hängt also mit der eigentlichen Blutfarbe, so daß es eine Modification derselben wäre, nicht zusammen. Auch in Krankheiten ist häufig weißes Blutserum beobachtet worden. Man findet solche Fälle bei Hewson (Disq. exp. p. 145 de sero albo). Nach Christison (Edinb. med. and surgic. Journ. XVII, 236, 637 und XIX, 321) und Trail (Phil. Ann. V, 197) soll ein milchiges Serum bei Leber- und Nierenentzündungen und nach Cullen, Testa, Heusinger bei Milzentzündungen gewöhnlich seyn, welches letztere sehr mit der Hewson'schen Theorie von der Umbildung des Milchsaftes in Blut in der Milz übereinstimmt, indem diese Function bei Milzentzündungen aufgehoben werden muß, so daß nun der ins Blut ergossene Milchsaft sich in diesem ansammelt; denn auch das kranke weiße Blut enthält Fettkügelchen, denen es die Milchfarbe verdankt. Die gelbe Farbe, welche das Blutserum in Leberkrankheiten zeigt, rührt vom Farbstoffe der Galle her, und hängt ebenfalls nicht mit Veränderungen des Blutfärbestoffs zusammen.

Farbenveränderungen, die vom Blutroth der Bläschen entstehen.

§. 50.

Dagegen gibt es andere Veränderungen der Blutfarbe, welche von einer Modification des Blutfärbestoffs in den Bläschen herrühren. Doch muß man hier zweierlei Fälle unterscheiden: 1) nämlich wo eine geringere Menge Farbstoff in den Bläschen und eine geringe Menge Bläschen in dem Plasma eine blassere oder hellröthere Farbe erzeugen, wie z. B. in dem Blute der Krebse und Fische und bei Menschen nach starken Aderlässen oder sonstigen Blutverlusten und bei Zehrkrankheiten; oder umgekehrt, wo eine größere Zahl farbstoffreicher Bläschen das Blut dunkler macht, wie z. B. die wilden

Thiere, wie die Hasen und Hirsche dunkleres Blut haben, als die Kaninchen und Kühe, und wie man auch von den Negern behauptet, daß sie schwärzeres Blut haben als die Europäer. Das Blut der Robben ist nach Cuvier ganz schwarz (Règne animal). So scheint auch in das Parenchym mehrerer Organe des Menschen und der Säugethiere eine geringere Menge Bläschen zu dringen, indem diese sich in den größeren Gefäß-Anastomosen ansammeln, und ohne durch die letzten Verzweigungen zu gehen, wieder zurückkehren, wie z. B. im Gehirne, den Darmmuskeln, den Sehnen und Knochen, dagegen in andern Organen mehr Bläschen bis in die letzten Verzweigungen durchdringen, wie in den Muskeln, der Milz, welche Organe daher röther erscheinen. 2) Gibt es aber eine Farbenveränderung durch eine Modification in der chemischen Qualität des Farbstoffs, wie diejenige ist, welche durch die hellere Röthung des Bluts beim Athemholen entsteht. Diese hellere Röthung entsteht auch durch Zusatz von Küchensalz, Salpeter, Glaubersalz und andern Neutralsalzen. Sie kann durch erhöhten Respirationsproceß so gesteigert werden, daß am Ende das Blut in den Venen ebenfalls eine arterielle Röthe annimmt (Hunter l. c. p. 157), und umgekehrt kann durch Störungen im Respirationsprocesse die Blutfarbe so dunkel werden, daß auch das aus den Arterien fließende Blut eine dunkle venöse Farbe hat, worüber man schon bei Hunter Beobachtungen am Menschen findet (über das Blut S. 137), die sich durch Versuche an Thieren, wie sie Hunter und Bichat anstellten, leicht wiederholen lassen, und die bei Blausüchtigen so bemerklich werden, daß sich die Hautfarbe durch das venöse Blut verdunkelt. Sitzende Lebensart, kaltes Baden machen das Blut dunkler, warme Bäder machen es heller (Cranford on anim. heat ed. II, p. 310). Nach Cranz ist in Polarländern das Blut bei Menschen und bei Thieren dunkler (Gesch. von Grönland S. 96. Anderson Nachrichten von Island und Grönland S. 172). Das Blut wird sehr leicht durch Austreten ins Zellgewebe oder bei Stockungen in den Venen selbst in den Arterien dunkel, wenn darin durch Unterbindung Blut eingeschlossen wird (Hunter l. c. p. 153). Von der langsamern stockenden Bewegung hängt vielleicht die schwärzere Farbe des Bluts in Unterleibskrankheiten ab. Aber es gibt auch, so gering überhaupt der Zustand der Vitalität in den Blutbläschen seyn mag, einen verminderten Lebenszustand der dunkel-

bei der Katze 20,4; bei der Ziege 18,5; beim Pferde 18,1; beim Kalbe 17,3; beim Schafe 17,07; beim Kaninchen 16,2; unter den Vögeln beim Reiher 19,18; beim Raben 20,2; bei der Ente 23,4; beim Huhn 22,0; bei der Taube 20,2; unter den Amphibien bei der Landschildkröte 23,1; beim Frosch 11,5; unter den Fischen bei der Forelle 13,6; beim Aal 15,4; bei der Quappe 11,3 Proc. (Bibl. univ. 17, 301). Berthold fand an festen Theilen im Blute beim Manné, der wegen Plethora zur Ader gelassen wurde, 26,4; beim Schwein 24,9; beim Ochsen 20,9; beim Kalbe 19,9; beim Hammel 19,9; beim Ziegenlamme 16,2; beim Hunde 24,8; bei der Katze 24,4; beim Huhn 20,6; bei der Taube 17,9; beim Frosch 9,4; beim Karpfen 14,06 Proc. (Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Zootomie S. 260). Demnach zeigen die Frösche und Fische weniger feste Theile als die Säugethiere und Vögel, das Kalb weniger als der Ochse.

Von dem Gehalt an festen Theilen hängt das specifische Gewicht des Bluts ab. Wir haben die Bestimmungen bis jetzt nur vom Menschen, die aber ziemlich übereinstimmen. Nach Juvine hat das warme Blut ein spec. Gewicht von 1,053, das kalte 1,055; nach Muschenbroek 1,056 (Haller, el. phys. I, 38). Nach Denis ist es im Durchschnitte 1,059, nach Berzelius 1,052—1,057. Künftig wird man bei dem Blute verschiedener Thiere und bei dem aus verschiedenen Zuständen beim Menschen, gemäß dem abweichenden Gehalt an festen Theilen, auch die Verschiedenheiten des spec. Gewichts finden. Nach Davy ist bei Hunden, Schafen, Ochsen das Venenblut specifisch schwerer als Arterienblut, in dem Verhältnisse von 1054 : 1050 (Meckels Archiv 3, 129), nach Scudamore im Verhältnisse von 1056 : 1053 (l. c. p. 32). Nach meinen Beobachtungen ist das spec. Gewicht des Arterienbluts 1,053, das des Venenbluts 1,054 beim Pferde. Dagegen gab Hamberger das Venenblut specifisch leichter an, im Verhältnisse von 1000: 1019—1036. Magendie gibt das Verhältniß 1031 : 1049 an.

b. Farbstoff (Blutroth, Hämatine).

Farbenveränderungen, die nicht vom Blutroth herrühren.

§. 49.

Nur das rothe Blut und seine Uebergänge in Blauroth und Schwarzroth scheint seine Farbe dem eigenthümlichen Blutroth der

höheren Thiere zu verdanken. Unter den niederen Thieren findet sich aber, besonders in den Raupen der Schmetterlinge, grünes Blut, wie bei Sphinx Euphorbia, Sph. Atropos, Bombyx Vinula nach Rengger (Physiol. Untersuchungen über den thierischen Haushalt der Insecten S. 28) und bei Bombyx Pini und ähnlichen Arten nach Suckow (Heusinger Zeitschrift f. org. Physik 1, 602). Nach Marcel de Serres haben auch die Heuschrecken grünes Blut, die meisten Käfer dunkelbraunes, die Seidenraupe gelbes, die Weidenraupe B. Salicis orangefarbenes, die meisten Schmetterlinge wenig dunkelgefärbtes (Mém. du Museum T. IV). Blut der Holothurien, See-Igel und Seesterne ist nach Tiedemann gelblich oder orangefarben (Phys. des Menschen I, 313). Bei Aphrodite, auch beim Scorpion fand R. Wagner ein lymphartig helles Blut (vergl. Physiol. des Bluts S. 39). Ermann fand bei mehreren Schnecken milchiges, ins Bläuliche spielendes Blut (Abhandl. d. Akad. zu Berlin 1816/17 S. 209). Die Bläschenhüllen des Bluts der meisten dieser Thiere sind aber farblos und färben das Wasser nicht, und die Blutfarbe scheint von den in den Bläschen eingeschlossenen Dotterkügelchen, wenigstens bei den Raupen, herzurühren, da bei diesen der Dotter meistens ebenfalls grün oder gelb ist, wie das Blut. Auch das gelbe Blut im bebrüteten Hühnchen und der Fischembryonen, ebenso wie das graue der Froschembryonen rührt nach meinen Beobachtungen von der Farbe der Dotterkügelchen her. Häufig ist auch bei Säugethieren und Menschen milchiges Blut, indem die rothe Farbe nur durchschimmerte, beobachtet worden. Solches Blut bildet beim Erstarren einen rothen Kuchen, scheidet aber milchweißes Serum ab, wie dieß ähnlich bei der Gerinnung des Chylus stattfindet. Hewson beobachtete solches Blut bei Gänsen (Disq. exp. p. 156), ebenso Ladel (de ansere mactato loco sanguinis album liquorem stillante. Acad. nat. curios. 1687. Dec. II, p. 154), Schlemm bei ganz jungen säugenden Katzen (Frorieps Notizen, Nr. 536, Aug. 1829), wie auch Mayer (das. Nr. 565, 1830, Jan.) und Autenrieth sagt, daß man innerhalb 10—12 Stunden nach dem Genusse von Speisen häufig ein milchweißes Serum des Bluts bei gesunden Thieren und Menschen finde, was auch schon von Schröck, Tulpius und Bartholin beobachtet war (Kastner das weiße Blut, Erlangen 1832 S. 35 und Hesse allgem. med. Annalen 1827, 1311). Lower (de corde p. 242),

Viridet (Traité du bon chyle, Paris 1735) und Ploucquet glaubten, daß diese Erscheinung vom Chylus, der unverändert ins Blut gegangen sey, herrühre, wogegen Hewson meinte, daß sie vom resorbirten Fett herrühre, da man sie bei hungernden fetten Gänsen, aber nicht so merklich bei gefütterten finde (l. c. p. 157). Wahrscheinlich entsteht die Erscheinung auf beiderlei Art, denn ich finde, daß sie sich auch bei stark mit Hafer gefütterten Pferden zeigt; aber in beiden Fällen rührt die Färbung von Fett her, das in Kügelchen zertheilt im Blute schwimmt und später sich mit dem Serum verbindet, wie es schon Hewson beobachtete, hängt also mit der eigentlichen Blutfarbe, so daß es eine Modification derselben wäre, nicht zusammen. Auch in Krankheiten ist häufig weißes Blutserum beobachtet worden. Man findet solche Fälle bei Hewson (Disq. exp. p. 145 de sero albo). Nach Christison (Edinb. med. and surgic. Journ. XVII, 236, 637 und XIX, 321) und Trail (Phil. Ann. V, 197) soll ein milchiges Serum bei Leber- und Nierenentzündungen und nach Cullen, Testa, Heusinger bei Milzentzündungen gewöhnlich seyn, welches letztere sehr mit der Hewson'schen Theorie von der Umbildung des Milchsaftes in Blut in der Milz übereinstimmt, indem diese Function bei Milzentzündungen aufgehoben werden muß, so daß nun der ins Blut ergossene Milchsaft sich in diesem ansammelt; denn auch das kranke weiße Blut enthält Fettkügelchen, denen es die Milchfarbe verdankt. Die gelbe Farbe, welche das Blutserum in Leberkrankheiten zeigt, rührt vom Farbstoffe der Galle her, und hängt ebenfalls nicht mit Veränderungen des Blutfärbestoffs zusammen.

Farbenveränderungen, die vom Blutroth der Bläschen entstehen.

§. 50.

Dagegen gibt es andere Veränderungen der Blutfarbe, welche von einer Modification des Blutfärbestoffs in den Bläschen herrühren. Doch muß man hier zweierlei Fälle unterscheiden: 1) nämlich wo eine geringere Menge Farbstoff in den Bläschen und eine geringe Menge Bläschen in dem Plasma eine blassere oder hellröthere Farbe erzeugen, wie z. B. in dem Blute der Krebse und Fische und bei Menschen nach starken Aderlässen oder sonstigen Blutverlusten und bei Zehrkrankheiten; oder umgekehrt, wo eine größere Zahl farbstoffreicher Bläschen das Blut dunkler macht, wie z. B. die wilden

Thiere, wie die Hasen und Hirsche dunkleres Blut haben, als die Kaninchen und Kühe, und wie man auch von den Negern behauptet, daß sie schwärzeres Blut haben als die Europäer. Das Blut der Robben ist nach Cuvier ganz schwarz (Règne animal). So scheint auch in das Parenchym mehrerer Organe des Menschen und der Säugethiere eine geringere Menge Bläschen zu dringen, indem diese sich in den größeren Gefäß-Anastomosen ansammeln, und ohne durch die letzten Verzweigungen zu gehen, wieder zurückkehren, wie z. B. im Gehirne, den Darmmuskeln, den Sehnen und Knochen, dagegen in andern Organen mehr Bläschen bis in die letzten Verzweigungen durchdringen, wie in den Muskeln, der Milz, welche Organe daher röther erscheinen. 2) Gibt es aber eine Farbenveränderung durch eine Modification in der chemischen Qualität des Farbstoffs, wie diejenige ist, welche durch die hellere Röthung des Bluts beim Athemholen entsteht. Diese hellere Röthung entsteht auch durch Zusatz von Küchensalz, Salpeter, Glaubersalz und andern Neutralsalzen. Sie kann durch erhöhten Respirationsproceß so gesteigert werden, daß am Ende das Blut in den Venen ebenfalls eine arterielle Röthe annimmt (Hunter l. c. p. 157), und umgekehrt kann durch Störungen im Respirationsprocesse die Blutfarbe so dunkel werden, daß auch das aus den Arterien fließende Blut eine dunkle venöse Farbe hat, worüber man schon bei Hunter Beobachtungen am Menschen findet (über das Blut S. 137), die sich durch Versuche an Thieren, wie sie Hunter und Bichat anstellten, leicht wiederholen lassen, und die bei Blausüchtigen so bemerklich werden, daß sich die Hautfarbe durch das venöse Blut verdunkelt. Sitzende Lebensart, kaltes Baden machen das Blut dunkler, warme Bäder machen es heller (Cranford on anim. heat ed. II, p. 310). Nach Cranz ist in Polarländern das Blut bei Menschen und bei Thieren dunkler (Gesch. von Grönland S. 96. Anderson Nachrichten von Island und Grönland S. 172). Das Blut wird sehr leicht durch Austreten ins Zellgewebe oder bei Stockungen in den Venen selbst in den Arterien dunkel, wenn darin durch Unterbindung Blut eingeschlossen wird (Hunter l. c. p. 153). Von der langsamern stockenden Bewegung hängt vielleicht die schwärzere Farbe des Bluts in Unterleibskrankheiten ab. Aber es gibt auch, so gering überhaupt der Zustand der Vitalität in den Blutbläschen seyn mag, einen verminderten Lebenszustand der dunkel-

farbigen Bläschen, bei welchem sie sich durch Sauerstoffgas an der Luft nicht mehr röthen. Die Blutbläschen von gesundem Blute, nach der Absonderung von dem Plasma mit Serum vermischt, besitzen noch den Zustand, ihren Farbstoff an der Luft zu ändern. Wenn man ein Gemenge von Serum und dunkeln Blutbläschen, wie es z. B. im geschlagenen Blut erscheint, mit der Luft in Berührung stehen läßt, so wird es an der Oberfläche hellroth. Läßt man Sauerstoffgas hindurchströmen, so wird bald die ganze Masse hellroth. Diesen Versuch kann man auch so anstellen, daß man die rothe Flüssigkeit in ein Glas, welches mit Sauerstoffgas erfüllt war, von dem nur wenig durch die Flüssigkeit aus der Stelle getrieben wird, gießt, und das Ganze dann umschüttelt, worauf die hellrothe Farbe ebenfalls sogleich eintritt. Das so geröthete Blut nimmt nach einiger Zeit wieder eine schwarze Farbe an, und kann nun durch von Neuem zugesetztes Sauerstoffgas nicht mehr hellroth gemacht werden. Leitet man Wasserstoffgas in geschlagenes Blut, so wird es nach einigen Stunden fast schwarz. Mit kohlensaurem Gas geschüttelt wird es fast augenblicklich schwarz. Durch Stickstoffoxydulgas wird es purpurroth, durch Kohlenwasserstoffgas nach Watt etwas heller und vor der Fäulniß geschützt (Berzelius Thierchemie S. 49). Dagegen röthet sich der in Wasser aufgelöst'e Farbstoff durch Zusatz von Salzen, durch Sauerstoffgas und an der Luft nicht mehr, oder doch unmerklich. Ebenso zeigen nun auch die Blutbläschen in dem schwarzen Blute der Scorbutischen, in der Cholera und beim Faulfieber, obgleich sie hier in der Gestalt unverändert sind, nicht mehr die Fähigkeit sich durch Sauerstoffgas und durch Salze zu röthen, zum Beweise, daß durch die unveränderte Lebensthätigkeit im Blute die chemischen Eigenschaften des Farbstoffs der Bläschen ganz andere geworden sind.

Es ist eine sehr wichtige Frage, auf welche Art die Verwandlung der dunklern Farbe der Venenbläschen in die hellrothe des Arterienbluts und umgekehrt die dunklere Färbung der Arterienblutbläschen bei der Verwandlung im Venenblute bewirkt wird. Daß der Kohlensäuregehalt der Bläschen einen großen Einfluß auf die Farbenveränderung hat, ergibt sich im Allgemeinen schon daraus, daß das Zurückhalten der Kohlensäure im Blute beim Athmen die dunkle Farbe des Bluts ebenso vermehrt, wie die unmittelbare Berührung der Kohlensäure mit Blut, wenn dieses mit kohlensaurem

Gase geschüttelt wird. Diese Wirkung haben Wasserstoffgas und Stickstoffgas auf das Blut nicht. Läßt man Wasserstoffgas mehrere Stunden lang mit hellrothem Blut in Berührung, so wird es zwar am Ende dunkel, allein dieß geschieht auch, wenn das Blut von der Berührung mit atmosphärischer Luft ausgeschlossen, ohne Wasserstoffgas so lange steht, und es hängt von den innern Veränderungen ab, welche das absorbirte Sauerstoffgas bei seiner Umwandlung in Kohlensäure in den Bläschen erleidet. Auch in einer unterbundenen Arterie im Körper selbst eingeschlossenes arterielles Blut wird auf dieselbe Weise schwarz. Beim Schütteln des Bluts mit Wasserstoffgas theilt sich dem Gas eine große Menge Kohlensäure mit, vorzüglich wenn Venenblut genommen wurde, so daß die Luft mit Kalkwasser geschüttelt dieses sehr trübt; dasselbe geschieht beim Schütteln des Bluts mit Kohlenwasserstoffgas, daher denn diese Gasarten das Blut im ersten Augenblick eher heller als dunkler machen. Daß durch Entziehung der geringen Menge Kohlensäure, die sich im luftleeren Raum aus dem Venenblut entwickeln läßt, das Blut nicht heller wird, scheint darin zu liegen, daß das kohlensaure Gas sowohl als das Sauerstoffgas sehr fest von den Bläschen gebunden ist, so daß solches nur zum äußerst geringen Theil sich mechanisch abscheiden läßt. Man kann diese Abscheidung aber, wie ich fand, vermehren, wenn man sehr concentrirte Küchensalz- oder andere Neutralsalzsolutionen, die das Blut heller färben, hinzusetzt. *) Dadurch wird die Entweichung der Kohlensäure aus den Bläschen so stark, daß sich nicht selten ein feiner Schaum auf der Oberfläche des Bluts bildet, und daß nun mit Hülfe der Luftpumpe mehr Kohlensäure aus dem Blute zu entwickeln ist. Die mikroskopische Beobachtung zeigt, daß die Bläschen sich dabei contrahiren und theilweise zusammenfallen und zugleich heller und durchscheinender werden, in dem Maße, als sie die Kohlensäure fahren lassen. Die Wirkung des Sauerstoffgases scheint zum Theil eine ähnliche, so daß durch die Absorption desselben von den Bläschen die Kohlensäure aus diesen ausgetrieben wird, wobei die Bläschen ebenfalls etwas zusammenfallen und platter werden, so wie sie heller werden. Das absorbirte Sauerstoffgas wird nun von den Bläschen absorbirt

*) Kalkwasser färbte in Versuchen, die ich damit anstellte, das Blut nicht heller, sondern lös'te die Bläschen auf und schien sich wie reines Wasser in diesem Betrachte zu verhalten.

und dient zur Metamorphose der in den Bläschen als Kerne enthaltenen Lymphkügelchen, welche dadurch allmählich aufgelöst werden, um als Plasma aus dem Innern resorbirt zu werden. Dabei ändert sich das Sauerstoffgas allmählich in dem Maße, als sich die arteriellen Bläschen beim Uebergang in Venenblut dunkel färben, in Kohlensäure um, die dann durch die Respiration in den Lungen wieder ausgeschieden wird. Indessen wirkt das Sauerstoffgas bei der helleren Färbung der Bläschen wahrscheinlich auch durch eine Art Oxydation des Farbstoffes der Bläschen, so daß hier zweierlei Wirkungen zusammenkommen; denn der Farbstoff des arteriellen Bluts ist auch nach der chemischen Absonderung etwas heller gefärbt, als der des Venenbluts, so daß, wenn in diesem nicht auch nach dem Eintrocknen noch gebundene Kohlensäure zurückgehalten wird, die hellere Färbung des Arterienbluts auch in einer chemischen Veränderung des Farbstoffs liegen muß, die auf einer stärkeren Oxydation beruht, während der Farbstoff im Venenblute sich in einem mehr verkohlten Zustande befindet.

Wirkung der galvanischen Säule auf das Blutroth.

§. 51.

Da sich am positiven Pole der galvanischen Säule Sauerstoffgas, am negativen Wasserstoffgas entwickelt, wenn die Poldräthe mit wässerigen Flüssigkeiten in Berührung sind, so sollte man glauben, daß beim Galvanisiren des Bluts die Farbe desselben am positiven Pole hellroth durch das Sauerstoffgas, am negativen Pole dunkelroth durch das Wasserstoffgas werden müßte. Davon geschieht aber das Gegentheil. Schübler (Gilberts Annal. der Physik, Bd. 39, S. 320) fand, daß beim Galvanisiren von frischem Blute mit der Entwicklung von Wasserstoffbläschen am negativen Pole das Blut sich hellscharlachroth färbte, und daß diese Färbung sich als ein rother Rand um die Bläschenmasse anhäufte. Um den positiven Pol bildete sich erst nach einigen Minuten ein dunkler Ring, der auffallend schwärzer wurde, als das ihn umgebende Blut. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch, wenn anstatt der Kupferdräthe (die sich durch das am positiven Pol entwickelnde Sauerstoffgas oxydiren und die Bildung von Bläschen hindern) zum Schließen der Säule Platindräthe genommen wurden, obgleich sich jetzt an diesem Pole Sauerstoffgas entwickelte. Immer wurde das

Blut am negativen Pole hellroth, am positiven Pole dunkelroth. Diese auffallende Erscheinung erklärte Schübler so, daß am positiven Pole sich neben dem Sauerstoffgas auch die durch Zersetzung der Blutsalze frei gewordene Säure anhäufe. Die Säure löse hier den Farbstoff der Blutbläschen auf, zersetze sie und wirke daher ähnlich schwarzfärbend, als wenn man Blut geradezu mit Säuren vermenge. Das gleichzeitig gebildete Sauerstoffgas könne nun so keine Röthung des Farbstoffs mehr hervorbringen. Dagegen sammle sich am negativen Pole neben dem Wasserstoffgase zugleich das aus den Blutsalzen geschiedene Alkali, besonders Natron, an, und daher entstehe die scharlachrothe Farbe neben den Wasserstoffgasbläschen. Da aber die hellrothe Farbe, welche die fixen Alkalien mit reinem Blute vermischt erzeugen, sich binnen Kurzem verliere und ins Bräunliche übergehe, so erkläre sich hieraus, warum nicht der ganze den negativen Pol umgebende Kreis, sondern nur seine Peripherie scharlachroth werde, während die Mitte dunkler sey.

Versuche, das Blut mit der galvanischen Säule zu untersuchen, stellte später Dutrochet an, wie es scheint, ohne die Schübler'schen zu kennen (Annal. des scienc. nat. 1831). Dutrochet beschreibt die Erscheinungen beim Galvanisiren so, daß sich um die beiden Pole Wellen bilden, die saure Welle am positiven Pole sey durchsichtig und treibe im Umfange den rothen Farbstoff vom positiven Pol ab und nach dem negativen zu. Am negativen Pole sammle sich der Farbstoff selbst an. Weil nun der Farbstoff vom positiven Pol abgestoßen werde und sich am negativen Pol ansammle, so schließt Dutrochet, daß der Farbstoff positiv elektrisch sey. Dagegen glaubt Dutrochet, daß der Kern der Blutbläschen, von denen er irrig mit Prevost und Dumas voraussetzt, daß sie den Faserstoff bilden, negativ elektrisch sey, und daß jedes Blutbläschen ein galvanischer Apparat sey, in dem der Kern den negativen, die Farbstoffhülle den positiven Pol bilde. Den Beweis für die negativelektrische Natur des Kerns sucht Dutrochet durch Galvanisiren einer alkalischen Auflösung von Faserstoff, wobei dieser als ein Gerinnsel sich am Zinkpol anhäufte, während das Alkali an den Kupferpol ging. Die Dutrochet'schen Versuche wiederholte J. Müller (Handbuch der Physiologie 1, 127), und fand die Erscheinungen, wie sie Dutrochet angibt, im Allgemeinen bestätigt, allein erklärte sie auf andere Weise. Die Welle des Zinkpols sey

im Innern wirklich farbloser, als der Farbstoff außer der Welle, doch nicht ganz farblos; dagegen sey der Rand röther als am Kupferpol. Die Welle des Kupferpols dagegen sey im Innern zwar auch roth, doch nicht röther als der Farbstoff außer der Welle, aber der Rand sey röther, obgleich schwächer, als am Zinkpol, während Dutrochet die ganze Welle als gleichroth darstellt. Man könne also nicht sagen, daß sich der Farbstoff vom positiven Pol abwende und am negativen Pole sich ansammle, um so mehr, als bei Anwendung von Kupferdräthen zum Schließen der Säule am positiven Pole keine Wellen entständen, und hier der Farbstoff mit dem Eiweiß, ohne zurückzuweichen, durch die sich entwickelnde Säure concentrirt, gerinne, während er am negativen Pole durch das Alkali aufgelöst sey; wie denn auch beim Galvanisiren einer Faserstoff-Auflösung des Serums und flüssigen Eiweißes durch die, durch die Zersetzung der Blutsalze gebildete Säure ein Gerinnsel am positiven Pol entstehe. Müller sucht dadurch nur die Dutrochet'sche Ansicht von der Polarität des Kerns und der Schale zu widerlegen, bleibt aber im Allgemeinen bei der Ansicht von Dutrochet, daß die Blutfarbe um den positiven Pol weniger gefärbt, aber röther am negativen Pole sey. Aber keiner von beiden Beobachtern ist auf den so sehr in die Augen fallenden und von Schübler richtig dargestellten Umstand aufmerksam geworden, daß es sich hierbei gar nicht um eine größere oder geringere Concentration des Farbstoffs an einem oder dem andern Pole handelt, sondern daß bei einer ganz gleichen Concentration bloß die Qualität der Farbe an beiden Polen sich ändert, und daß das Blut um den positiven Pol dunkelroth, wie Venenblut, und um den negativen hellroth, wie Arterienblut wird. An beiden Polen zeigt sich bei Anwendung von Platindräthen der Rand um die von den Luftbläschen herrührenden Schaumwellen stärker gefärbt, am negativen stärker hellroth, am positiven Pole stärker dunkelroth, weil durch die Schaumwellen der Farbstoff von dem Poldrathe fortgestoßen wird. Nimmt man Kupferdräthe, so entsteht die dunklere Färbung, aber ohne den Rand, dicht um den positiven Drath, weil keine Schaumwellen sich bilden. Dieses Factum allein ist also auch nur zu erklären, und gewiß hat Schübler es schon in der Hauptsache vollkommen richtig erklärt, so daß zu bedauern ist, daß die spätern Beobachter auf ihn keine Rücksicht genommen. Ich finde aber bei Wiederholung dieser Ver-

suche, die ich sehr oft zur eigenen Ueberzeugung anstellte, und in den Vorlesungen jährlich mehrmals wiederhole, daß in den Erscheinungen ein Unterschied stattfindet, ob man die Versuche mit frischem unverändertem oder geschlagenem Blute, worin die unveränderten Bläschen noch suspendirt sind, anstellt; oder ob man den in Wasser chemisch aufgelös'ten Farbstoff zu den Versuchen wählt. Der Unterschied der helleren Färbung am negativen und der dunkleren Färbung um den positiven Pol tritt am deutlichsten hervor, wenn man frisches oder geschlagenes Blut mit unveränderten Blutbläschen nimmt. Untersucht man hierbei nach dem Galvanisiren das hellrothe Blut um den negativen Pol, so findet man hier durch das entwickelte Alkali die Substanz der ganzen Bläschen sammt Hüllen und Kern aufgelös't und verschwunden, wobei auch der Farbstoff gleichmäßig in der Flüssigkeit und um die Wasserstoffgasbläschen aufgelös't ist. In dem dunkelschwarzen Blut um den positiven Pol aber findet man noch die Blutbläschen, jedoch gänzlich von ihrem Farbstoff entblößt, mit ganz weißen Bläschenhüllen, durch welche die meist beweglich gewordenen Kerne, auch im Säugethierblute, aufs klarste durchschimmern, was in den unveränderten, mit Farbstoff imprägnirten Bläschen nicht der Fall ist. Es ist also hier nur der Farbstoff der Bläschen aufgelös't, ebenso, als wenn sie mit Wasser behandelt werden.

Obgleich also Schübler, in der Voraussetzung, daß hier ganz aus Farbstoff bestehende Kügelchen sich in der Säure auch ganz auflös'ten, nicht Recht hat, so bleibt doch im Wesentlichen seine Ansicht immer die richtige, daß von der Auflösung des Farbstoffs in Säure, und nicht von dem Gerinnen des Eiweißes und des Farbstoffs diese dunklere Färbung herrühre. In der That kann man sie durch Zusatz von Essig und Salzsäure zum Blute ganz nachahmen. Nimmt man aber den in Wasser aufgelös'ten Farbstoff, so tritt sowohl die hellröthere Färbung am negativen, als die dunkelröthere Färbung am positiven Pole viel schwächer hervor; ja die Farbe am positiven Pol ist selbst bei der Anwendung von Platindräthen nicht rein roth, sondern zieht sich ins Grünliche, und zeigt sich oft ganz schmutzig olivengrün, und eine ähnliche Farbe erhielt auch der aufgelös'te Farbstoff nach einiger Zeit, wenn man ihn mit Salzsäure vermischt. Daß die Farbenänderung an beiden Polen matter erscheint, kann von der geringern Menge an salzigen Theilen

herrühren, die in solcher Solution enthalten sind, besonders wenn man aus von Serum befreitem Kuchen die Auflösung bereitet hatte. Was den Dutrochet'schen Beweis für die negativ elektrische Beschaffenheit der Kerne der Bläschen betrifft, so hängt er gar nicht mit den Erscheinungen beim Galvanisiren der Bläschen zusammen, weil der Faserstoff, mit dem Dutrochet experimentirte, sich aus dem Plasma bildet, und die Erscheinung, daß die entfärbten Bläschen sammt ihren Kernen in der schwarzgefärbten Blutmasse um den positiven Pol selbst zu finden sind, zeigt schon, daß die Vorstellung nicht richtig ist.

Vielleicht läßt sich aus diesen Einwirkungen der galvanischen Säule auf den Farbstoff der Bläschen auch die Wirkung der Säule auf den Lebens- und Gerinnungsproceß des Bluts erklären. Diese Wirkung scheint hiernach vorzüglich durch die Zersetzung der Salze im Blute bedingt. Die freie Säure lös't den Farbstoff zum Theil auf, und daher zeigt das galvanisirte Blut nach dem Gerinnen rothes Serum. Das im Uebermaß frei werdende Alkali lös't nicht nur einen andern Theil der Bläschen, sondern die Verbindung von Faserstoff und Eiweiß zum Theil auf, und deßhalb gerinnt solches Blut unvollkommen oder gar nicht, wie auch das Blut der vom Blitz Erschlagenen. Indessen kann auch hierbei eine bloß reizende, den organischen Erregungsproceß verändernde Wirkung stattfinden.

Eigene Elektricität läßt sich im Blute gesunder Menschen nicht zeigen. Bellingeri (Experimenta in electricitatem sanguinis, urinae et bilis. Aug. Taur. 1826) glaubte sie zu finden, indem er mit Blut und einem Metall, z. B. Kupfer, eine Kette bildete, die er mit dem Nerven und Muskel eines Froschschenkels schloß, wobei die Zuckungen in diesem als Elektrometer dienten. Indessen hatte schon Al. v. Humboldt (gereizte Muskelfaser) gezeigt, daß anstatt des Bluts auch andere Flüssigkeiten, z. B. Wasser, mit einem Metall in Berührung, Zuckungen im Froschschenkel erregen, so daß das Blut hier nicht anders als Wasser wirkt, nämlich als einfacher Leiter.

Eigenschaften des in Wasser gelös'ten Farbstoffs.

§. 52.

Es ist sehr schwer, eine von allem Serum befreite Auflösung des Farbstoffs zu erhalten, weil auch nach dem Senken der Bläschen in dem Plasma immer noch ein Theil Plasma zwischen ihnen

bleibt, aus dem sich beim Gerinnen Serum scheidet, dessen Eiweiß- und Salzgehalt sich dann bei der Auflösung des Farbstoffs mit auflöst. Indessen erhält man eine möglichst reine Farbstoffauflösung, wenn man den untern Theil des Blutkuchens, worin die meisten Bläschen angesammelt sind, mit Wasser übergießt, oder auch den durch Schlagen des Bluts gewonnenen rothen Faserstoff, welcher noch eine Menge Bläschen ohne oder wenigstens nur mit einer sehr geringen Menge Serum eingeschlossen enthält, mit Wasser auswäscht, welches den Farbstoff auflöst. Diese Auflösung coagulirt in der Hitze und durch Weingeist wie Eiweiß; das Coagulum ist braunroth und unauflöslich in Wasser; Essigsäure bildet damit eine zitternde Gallerte. Alkohol löst nach Gmelin durch Kochen etwas von dem coagulirten Farbstoff auf. Aether aber nicht nach meinen Beobachtungen. Auch Gallustinctur erzeugt in der wässerigen Solution ein Präcipitat, das aber mehr eine hellrothe Farbe hat. In allen Fällen behält aber die überstehende Flüssigkeit immer noch eine rothe Farbe. Schwefelalkalien ändern die Farbe nach einiger Zeit in Grün um, auch Schwefelwasserstoffgas nach Engelhart's Beobachtungen.

Die verdünnten Säuren, mit Ausnahme der Salpetersäure, welche den Farbstoff zerstört und in schmutzig Braun verwandelt, lösen den Farbstoff auch aus den Bläschen eben so leicht wie Wasser auf. Die mit 8—12 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsäure färbt ihn dabei purpurroth, und aus der Auflösung schlägt Ammonium den Farbstoff in rother Farbe nieder, worauf Vauquelin seine Methode, diesen Stoff rein darzustellen, gründete (Meckels Archiv f. Phys. 3, 293). In diesem Zustand ist er aber unlöslich in Wasser, trocknet zu einer schwarzen Masse ein, die aber mit Säuren und Alkalien purpurfarbene Auflösungen gibt. Auch Salzsäure, Essigsäure, Kleesäure und Citronsäure in verdünntem Zustande erhöhen die Blutfarbe; aber im concentrirten Zustand oder im Uebermaße zugesetzt, färben sie ihn schwarzbraun, wie ich finde. Die Auflösungen zeigen im gebrochenen Licht einen grünen Schimmer, und lassen durch zugesetzte Alkalien wenigstens einen großen Theil Farbstoff fallen.

Aetzende Alkalien, besonders Aetznatron in verdünntem Zustande der Farbstoffauflösung zugesetzt, erhöhen die Farbe; doch geht sie später in Braun über, was sogleich geschieht, wenn man größere Mengen zusetzt. Säuren scheiden aus den alkalischen Lösungen einen Theil Farbstoff wieder ab.

Brande (Meckels Archiv f. Physiol. 2, 292) untersuchte, ob sich der Farbstoff durch Beizen ächt machen und zum Färben benutzen lasse, was von Interesse wäre zu wissen, da die armenischen Färber das türkische Garn mit Blut roth färben sollen. Brande fand, daß der Sublimat, welcher den Farbstoff mit erhöhter Farbe allmählich präcipitirt, das beste Beizmittel sey. Tränkt man wollenes Zeug mit Sublimat-Auflösung, und taucht es dann in eine wässerige Auflösung von Blutfärbestoff, so erhält es eine durch Waschen mit Seife nicht zerstörbare Farbe. Alaun, salzsaures Zinn, essigsaures Blei, Gallustinctur als Beizmittel angewendet, geben weniger bleibende Farben.

Blutflecken auf Stahl oder Zeug unterscheidet man nach Orfila dadurch, daß der Farbstoff sich mit Hinterlassung des Faserstoffs in Wasser löst, welche Solution durch Ammoniak und andere Alkalien ihre Farbe nicht ändert, während die rothen Farbhölzer und Cochenille blau davon werden. Galläpfeltinctur erzeugt ein hellrothes Präcipitat. Salpetersäure macht einen weißgrauen Niederschlag. Chlor zerstört die Farbe.

Eisengehalt des Farbstoffs.

§. 53.

Seitdem Lemery (Fourcroy System der Chemie Bd. 4, 113) entdeckt hatte, daß getrocknetes Blut vom Magnet angezogen werde, glaubte man allgemein, daß Eisen die Ursache der Blutfarbe sey. Aber die gewöhnlichen Reagentien, wie Gallustinctur, blausaures Kali, zeigen in der frischen Auflösung des Farbstoffs kein Eisen an. Nun aber hat Engelhart (de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura. Gotting. 1825) die Entdeckung gemacht, daß wenn man Chlorgas durch Blut oder eine wässerige Auflösung des Farbstoffs leite, diese dadurch grünlich und zuletzt entfärbt wird, wobei sich thierische Materie in Flocken niederschlägt. Dagegen bleibt Eisen als Chlorid, Calcium, Magnium, Phosphorsäure in der Solution, und das Eisen läßt sich daraus durch die gewöhnlichen Reagentien abscheiden. H. Roose (Annal. d. Physik 1826, 7, S. 81) fand dann, daß der Farbstoff auch zugesetzte größere Mengen Eisenoxydsalze gegen die Reagentien unempfindlich mache, und daß die wässerigen Auflösungen von Zucker, Leim, Stärke, Gummi u. a. dieselbe Eigenschaft besitzen, so

daß das Eisen eine besondere Verbindung mit den organischen Stoffen eingeht. Nach Gmelin kann man auch aus dem eingetrockneten Farbstoff durch Salzsäure oder Schwefelsäure das Eisen ausziehen und durch Reagentien entdecken (Chemie 4 Bd. 1169), ebenso wie man nach Emmert (Reils Archiv 8 B.) durch Salpetersäure aus dem Chylus Eisen extrahiren kann.

Es frägt sich nun, ob das Eisen die Ursache der rothen Farbe im Blut ist, und in welchem Zustand es sich darin befindet? Diese Frage hat für die Medicin großes Interesse, weil man die arzneiliche Wirkung des Eisens so betrachtet hat, daß die Farbstoffmenge im Blute dadurch vermehrt werde. Fourcroy glaubte, es sey basisches rothes phosphorsaures Eisen im Blute, weil Salpetersäure aus Blutkohle einen Stoff ziehe, der durch Ammonium weiß gefällt wird (weißes phosphorsaures Eisen), und dann mit Aetzkali behandelt roth (basisch) werde und sich leicht in Eiweiß und Blutwasser auflöse. Grindel meinte diese Theorie zu bestätigen, indem er fand, daß weißes phosphorsaures Eisen mit Kochsalz und Eiweiß in Wasser gelöst, zwischen den Polen der galvanischen Säule roth werde (Hufelands Journal 1811, S. 24 und 98, 1812, S. 99). Doch zeigte Fischer, daß diese Röthung nur durch den oxydirten Golddrath der Säule entstehe (das. 1811, St. 12, S. 43). Auch ist nach Berzelius basisch phosphorsaures Eisen in dem alkalischen Blutwasser unlöslich. Winterl und Treviranus erhielten, wenn sie Blut mit Kali mäßig glühten, durch Extraction des Rückstandes mit Weingeist eine Substanz, die Eisenchlorid roth färbte und mit denselben Eigenschaften auch im Speichel erscheine. Sie hielten sie für eine eigene Säure: Blutsäure. Hermbstädt glaubte zu beweisen, daß es Schwefelblausäure sey, da Schwefel im Blute vorhanden seyn müsse, weil sich daraus bei der Fäulniß Schwefelwasserstoffgas entwickle, und da beim Glühen des Bluts mit Kali dadurch schwefelblausaures Kali gebildet werden müsse, welches das Eisenoxyd blutroth färbe. Indessen ist die durch Weingeist aus der Blutkohle gezogene Substanz wahrscheinlich bloß aus essigsauren Salzen, die in allen organischen Flüssigkeiten enthalten sind, gebildet, ohne Schwefelblausäure zu enthalten, denn alle essigsauern Salze haben die Eigenschaft, die Eisensalze eben so roth zu färben, wie die Schwefelblausäure, wie ich gezeigt habe (de alimentor. concoctione experimenta nova, p. 61), und wenn wirk-

lich Eisen die Ursache der Blutfarbe wäre, so könnte es gewiß nur im essigsauren Zustande seyn. Berzelius glaubt aber, es sey im reguliniſchen Zustande vorhanden. Allein es vereinigen sich eine Menge Gründe, wodurch es fast bis zur Gewißheit erhoben wird, daß die Blutfarbe eine von Eisen ganz unabhängige organische Farbe sey. Zunächst findet sich nach Brande und Emmert im weißen Chylus so gut Eisen, wie im Blute, und der Eisengehalt des Faserstoffs und des Serums ist nach Brande eben so groß, als der des Farbstoffs, was freilich Berzelius läugnet. Aber auch die größte aus dem Farbstoff abgeschiedene Eisenmenge, welche nach Berzelius ½ Procent des Farbstoffs (oder den 1900 — 2000sten Theil des Bluts) beträgt, würde nicht hinreichen, eine so dunkelrothe Färbung, wie das Blut hat, zu erzeugen. Nach Denis schwankt der Eisengehalt des Bluts sogar zwischen 0,0020 und 0,0003. Das sehr rothe Blut der Vögel enthält nach Menghini wenig Eisen (Reils Archiv 1, 88). Auch hat Gmelin gezeigt, daß man aus eingetrocknetem Blutfarbstoff mittelst Salzsäure oder Schwefelsäure das Eisen ausziehen könne, ohne daß die Farbe verloren geht, und daß nach dem Auskochen des Bluts mit Weingeist der entfärbte Rückstand immer noch Eisen enthalte (Chemie Bd. 4, 1193). Nach allem diesem scheint also die mediciniſche Wirkung des Eisens sich keineswegs vorzugsweise auf die Vermehrung des Farbstoffs zu beziehen, sondern nur den Erregungsproceß des Bluts zu verändern. Der Farbstoff ist sehr kohlenstoffreich (weßhalb auch der Cruor sich lange gegen Fäulniß erhält), und darin liegt nach Brande die Ursache der Farbe, wie bei den vegetabiliſchen Farben. Seine chemiſche Zusammensetzung ist nach Michaelis: Kohlenstoff 51,38, Stickstoff 17,25, Sauerstoff 23,01, Wasserstoff 8,35. Aus 100 Theilen Blutroth erhielt Berzelius 1,3 Asche, welche enthielt: Kohlensäure und phosphorsaures Natrum 0,3; phosphorsauren Kalk 0,1; reinen Kalk 0,2; basiſch phosphorsaures Eisenoxyd 0,1; Eisenoxyd 0,5; Kohlensäure und Verlust 0,1.

Farbstoffmenge im Blute.

§. 54.

Die Menge des Farbstoffs im Blut ist alle andern festen Theile überwiegend, obgleich er einen zur ganzen Blutmasse nur verhältnißmäßig kleinen Raum in den Blutbläschen einnimmt. Doch sind

die genauen Bestimmungen der Menge sehr schwer, weil der Farbstoff sich nicht ganz rein von Eiweiß absondern läßt. Sie beträgt nach Lecanu (Journ. de Pharm. XVII, 485 sq.) 11,9 bis 13,3 Procent des Bluts beim Menschen; nach Denis 18,1. Nach Berthold (Beitr. z. Anat. S. 160) hingegen 15—18 Procent. Auf die bei der Untersuchung des Pfortaderbluts von mir angegebene Weise erhielt ich an reinem von allem Eiweiß freiem Farbstoff aus Venenblut beim Pferde nur 8,08 Procent im Mittel mehrerer Beobachtungen. Nach Berthold beträgt der Farbstoffgehalt des Bluts beim Frosch 4,5; beim Karpfen 8,2; bei der Taube 11,9; beim Huhne 12,1—12,4; bei der Katze 16,9; beim Hunde 18,1; beim Ziegenlamm 8,3; beim Schafe 9,6; beim Kalbe 11,3; beim Ochsen 13,01 Procent des Bluts, wonach also die Menge bei den niedern Thieren und bei den Jungen der höheren geringer wäre, was mit meinen und Hewsons Beobachtungen an den Blutbläschen vollkommen übereinstimmt. Das specifische Gewicht des Farbstoffs oder vielmehr der mit Farbstoff imprägnirten Blutbläschen bestimmte Juvial auf 1,126, bei einem spec. Gewicht des ganzen Bluts von 1,053 (Haller elem. phys. I, 40). Nach Tackerah ist das spec. Gewicht 1,200, während Davy das spec. Gewicht des feuchten Faserstoffs auf 1,046 und des geronnenen Eiweißes auf 1,305 bestimmte (Zeitschr. f. org. Physik von Heusinger II, 386),

e. Faserstoff oder Fibrine. Organisirter Bestandtheil des Bluts.

§. 55.

Man kann den Faserstoff auf verschiedene Weise gewinnen. Am reinsten von allen andern Bluttheilen befreit dadurch, daß man das nach dem Senken der Blutbläschen erstarrte Plasma durch Auswaschen im Wasser von allem Eiweiß des Serums befreit. Wenn man Blut während des Erstarrens umrührt (schlägt), so scheidet sich Faserstoff, mit wenig Blutbläschen verbunden, in Form von Zasern ab, die nach dem Auswaschen in Wasser ebenfalls farblosen Faserstoff geben, wobei die meisten Blutbläschen im Serum schwebend bleiben. Er kann aber noch einen Theil der entfärbten Blutbläschen in sich enthalten. Wie ich oben angegeben, gewinnt man durch Schlagen eine geringere Menge Faserstoff, als durch Auswaschen des Kuchens, weil durch das Schlagen des Bluts der Bildungs-

proceß des Plasma, aus dem sich der Faserstoff bildet, zerstört wird. Dasselbe ist der Fall, wenn man den ganz mit Blutbläschen vermengten rothen Blutkuchen in einem leinenen Tuche mit Wasser auswäscht. Der Faserstoff, den man durch Schlagen des Arterienbluts gewinnt, erscheint in kurzen Stücken wie zerbröckelt; aus dem Venenblut ist er in mehr zusammenhängenden, sehr elastischen Fäden. Der Faserstoff zeigt sich in allen Eigenschaften als ein vollkommenes organisches Gewebe, und unterscheidet sich dadurch von allen andern durch die Gerinnung aus dem Blut abgeschiedenen Substanzen, welche (mit Ausnahme der farblosen Blutbläschen und ihrer Kerne) völlig gestaltlose, chemische Solutionen bilden. Wegen seiner Elasticität hat man den Faserstoff mit den Muskelfasern des Fleisches verglichen. Er unterscheidet sich aber dadurch sehr von der Muskelfaser, daß er mit Wasser gekocht keinen Leim oder Gallerte gibt, wie die Muskeln, sondern zu einer spröden, zerreiblichen Masse einschrumpft, von der sehr wenig einer durch Gallustinctur fällbaren, aber nicht wie bei der Gallerte elastischen Substanz aufgelöst wird.

Mit concentrirten Säuren, die Salpetersäure ausgenommen, bildet der Faserstoff eine durchsichtige Gallerte, welche in warmem Wasser löslich ist, wenn Essigsäure angewendet wurde, aber durch Wasser zusammenschrumpft, wenn er mit Schwefelsäure behandelt war. Salpetersäure verwandelt den Faserstoff ähnlich wie das Fleisch, in eine gelbe spröde Masse, die Gelbsäure nach Vauquelin. Verdünnte Säuren schrumpfen den Faserstoff zusammen. Der Essig löst einen kleinen Theil davon auf (Berzelius Thierchemie S. 37).

Aetzende Alkalien, auch im verdünnten Zustande, lösen den Faserstoff auf und werden dadurch vollständig gesättigt, so daß die alkalische Reaction verschwindet, wenn der Ueberschuß mit Essigsäure gesättigt ist. Diese Faserstoffkalilösung gerinnt durch Alkohol und Säuren wie Eiweiß, nicht aber in der Hitze, nach Berzelius.

Der Faserstoff ist nicht als chemische Auflösung im Serum schon im lebendigen Plasma enthalten, dieß zeigt schon seine innere organische Gestaltung, welche jede chemische Auflösung ausschließt. Im Gegentheile halten die Kügelchen des Plasma, aus denen sich durch die Erstarrung der Faserstoff bildet, die wässerigen Theile gebunden, wie es mit allen übrigen organischen Geweben der Fall ist, und in dieser Verbindung bildet auch das Eiweiß einen lebendigen

Theil. Die Bildung des Faserstoffs durch die Erstarrung hängt von dem Grade der innern Organisation des Plasma ab; je höher diese entwickelt ist, desto größer ist die Menge des sich bildenden Faserstoffs. Der Faserstoff ist daher als innerlich gestaltetes Eiweiß zu betrachten, weßhalb sich denn auch seine chemische Zusammensetzung vom Eiweiß kaum unterscheidet; nur seine organische Gestaltung unterscheidet ihn. Nach Gay Lussac und Thenard ist die elementare Zusammensetzung des Faserstoffs 19,9 Stickstoff, 53,3 Kohlenstoff, 7,02 Wasserstoff, 19,6 Sauerstoff. Der Faserstoff fault früher als die übrigen Bestandtheile des Bluts.

Der Faserstoff enthält eine geringe Menge Fett. Nach meinen Versuchen beträgt es im Arterienblute des Pferdes 2,3 Proc., nach Chevreul 4 — 4,5 Procent. Dieses Fett ist nicht Product der Einwirkung der Lösungsmittel, wie Chevreul gezeigt hat, da nach Extraction desselben durch längere Behandlung mit Aether kein Fett mehr gewonnen wird.

§. 56.

Die Faserstoffmenge im Blut erscheint im getrockneten Zustande verhältnißmäßig geringer gegen den Cruor und das Eiweiß, weil er die Fähigkeit hat als organisirter Stoff im Leben die übrigen chemischen Bestandtheile in verhältnißmäßig großer Menge in sich zu schließen, nach deren Abscheidung das rein organische Gefüge sich in sich selbst auf ein geringes Volumen zusammenzieht, da in ihm die innere Form die Stoffbildung überwiegt. Lecanu fand aus 22 Beobachtungen im Menschenblute die trockene Faserstoffmenge im Mittel zu 1,360 — 7,235 für 1000 Theile (Transact. med. 1831, Oct. 92). Ich erhielt in einem Fall im Mittel aus zwei Beobachtungen aus Pferdeblut 1,06 Procent trockener Fibrine, in einem andern Fall im Mittel aus 3 Beobachtungen 0,69 Procent. Nach Berthold enthält das Blut beim Karpfen an Faserstoff 1,16 Procent, beim Frosche 0,60; bei der Taube 1,67; beim Huhn 1,37—2,50; bei der Katze 0,47; beim Ziegenlamme 0,40; beim Hammel 0,50; beim Kalbe 0,57; beim Ochsen 0,74 Procent. Hiernach wäre das Blut der Vögel am faserstoffreichsten, das Blut alter Thiere faserstoffreicher, als das der jungen, das Fischblut fast eben so faserstoffreich, als Vogelblut. Bei Fischen, wo der Farbstoffgehalt sehr gering ist, wäre also der Faserstoffgehalt im Verhält-

nisse zum Farbstoff größer, als bei höheren Thieren. In der Lymphe findet sich nach Tiedemann bei Pferden im Milchbrustgang 0,19 — 1,7 in den Lymphgefäßen des Beckens 0,13 Procent trockener Faserstoff. Im Chylus der Hunde fand er 0,17 — 0,56 Procent, in dem Chylus der Schafe 0,24 — 0,82 Procent.

Siegwart (Reils Archiv Bd. 12, S. 5) fand im Venenblute mehr Faserstoff, als im Arterienblut, auch Lassaigne fand beim Hund in 1000 Theilen vendsem Blute 2,10 und in eben so viel Arterienblut nur 2,09 Faserstoff (Journal de chimie médicale 1, 34), wogegen Mayer im Gegentheil die Hälfte mehr im Arterienblut als im Venenblute fand (Meckels Archiv 3, 537). Auch Denis und Berthold fanden verhältnißmäßig mehr Faserstoff im Arterienblute. Diese verschiedenen Angaben scheinen davon herzurühren, daß verschiedene Umstände bei der Gerinnung eingewirkt haben, wodurch die Faserstoffbildung sich änderte. So habe ich beim Pferde selbst in einem Fall aus Arterienblut 0,53, aus Venenblut 0,81 Procent Faserstoff erhalten; wogegen ich ein andermal mehr aus Arterienblut erhielt. Dieß beweis't nur, daß der Faserstoff keine fertige Bildung im Blut ist.

Serum oder Blutwasser.

§. 57.

Die noch nicht organisirten Theile scheidet das erstarrte Plasma in flüssiger Form, chemisch aufgelös't, von sich aus, als Serum. Man kann das Serum als eine Secretion aus dem Blutkuchen ansehen. Diese Secretion ist daher durch den Grad der Lebenskraft des Plasma bei der Erstarrung bedingt, und die Menge des aus dem Blutkuchen abgeschiedenen Serums kann auch bei gleichem Gehalt an festen Theilen im Plasma sehr verschieden seyn, je nach der Menge von Feuchtigkeit, welche der Faserstoff des Plasma in sich zurückhält. Daher geben denn auch die Angaben über die verhältnißmäßige Menge des Serums zum Blutkuchen keine sichern Resultate über den Gehalt an festen und flüssigen Theilen überhaupt, selbst dann nicht, wenn man den Blutkuchen eintrocknet, weil er eine unbestimmte Menge nicht ausgeschiedenen Serums in sich einschließt, dessen Gehalt an festen Theilen von dem Farbstoff und Faserstoff erst abgezogen werden

muß, um den reinen Gehalt des Kuchens, d. h. des Farbstoffs und Faserstoffs zu finden. Das Blut sondert um so mehr Serum ab, je weniger Blutbläschen der Kuchen eingeschlossen enthält; daher das reine Plasma nach dem Senken der Bläschen die größte Menge Serum ausscheidet. Das Blut der Schafe ist dadurch ausgezeichnet, daß es beim Erstarren mit den Bläschen die verhältnißmäßig größte Menge Serum absondert, so daß der Kuchen ungefähr ⅕, das Serum ⅘ beträgt; dieß scheint an der geringen Menge Cruor (9,6 Proc.) zu liegen, weßhalb man auch das geschlagene Schafblut in Zuckersiedereien zur Klärung des Zuckers nicht so gut benutzen kann, als Ochsenblut. Berthold (l. c. p. 260) fand im Menschenblut, bei einem Gehalte von 26,4 Proc. festen und 73,5 flüssigen Theilen, 42,3 Serum und 57,6 Kuchen. In einem zweiten Falle bei 23,1 an festen Theilen: 53,06 Serum und 46,9 Kuchen. Blut vom Schweine gab bei 24,9 Proc. festen Theilen überhaupt 42,4 Serum und 57,5 Kuchen. Blut vom Ochsen zeigte bei 20,9 festen Theilen: 20,6 Serum und 79,3 Kuchen. Blut vom Kalbe bei 19,9 an festen Theilen: 28,4 Serum und 71,5 Kuchen. Hundeblut bei 24,8 festen Theilen: 46,8 Serum und 53,1 Kuchen. Bei Vögeln sondert wegen des großen Gehalts an Farbstoff und der größeren Zahl der Bläschen das Blut weniger Serum ab. Das Blut des Huhns lieferte bei 20,6 Procent festen Theilen: 14,06 Serum und 85,9 Kuchen, das Blut der Taube bei 17,9 festen Theilen gab: 15,0 Serum und 85,0 Kuchen; Karpfenblut gab bei 14 Proc. festen Theilen: 53,1 Serum und 46,8 Kuchen.

Das reine Serum ist von weniggelber Farbe, klebrig, klar, zeigt ein spec. Gewicht von 1,027 — 1,029.

Es reagirt bei Menschen, Säugethieren und Vögeln im gesunden Zustand alkalisch, sowohl gegen geblautes Lackmus, als gegen Kurkumapapier. Herrmann in Moskau wollte das Serum sowohl als den Blutkuchen gegen Lackmus sauer reagirend gefunden haben, was Ficinus, E. C. F. Strohmeyer (liberumne acidum sanguine continetur? Diss. inaug. Gott. 1831. Schweigger Journal 1831) widerlegten. Die Alcalescens des Serums ist ungefähr doppelt so groß, wie beim Speichel, so daß 1 — 2 Tropfen Essig dazu gehören, um 1 Drachme zu sättigen. Vielleicht wird aber das Blut in Krankheiten neutral oder gar

sauer, wo, wie in der Cholera, dem Faulfieber, der Farbstoff sich gleichmäßig auflöst und die ganze schmierige Blutmasse (wie in der Cholera) oder das Serum roth färbt. Doch fand Andrews (Edinb. philos. mag. Octbr. 1832, Vol. I, 295) das Serum von Cholerablut in mehreren Fällen schwach alkalisch, aber roth gefärbt. Caventou fand das Blutserum von einem an chronischer Pleuritis Leidenden neutral (Annales de Chimie et de Physiq. T. 39, p. 288).

Im lebenden Blute durchdringt die Alcalescens alle Theile, und mit einiger Vorsicht, wodurch man die Färbung des Reagenspapiers durch die Blutfarbe verhütet, erkennt man auch die Alcalescens des frischen Bluts. Es ist Natrum, was die Alcalescens bewirkt, vielleicht im ätzenden Zustande, da Serum, welches an der Luft steht, durch Absorption von Kohlensäure sich allmählich neutralisirt. Dieses scheint für den Bildungsproceß des Bluts eine wichtige Bedeutung zu haben, indem das Natron zur Auflösung und Verarbeitung des Fettes und Eiweißes das Meiste beizutragen scheint, da das Fett großentheils in Form von Oelsäure im Blut enthalten ist.

Die festen Theile im Serum betragen beim Menschenblute nach Prevost und Dumas ungefähr 10 Procent, und eben so viel beim Meerschweinchen und Kaninchen; bei Simia Callitriche 9,2; beim Hunde 7,4; bei der Katze 9,6; beim Pferde und beim Kalbe 9,9; beim Schafe 8,5; bei der Ziege 9,3; unter den Vögeln beim Raben 6,6; beim Reiher 6,8; bei der Ente 9,9; beim Huhn 7,5; bei der Taube 5,5; unter den Fischen bei der Forelle 7,7; bei der Quappe 6,9; beim Aal 10,0; bei der Schildkröte 9,6; beim Frosch 5.

In den festen Theilen des Serums sind dreierlei Stoffe zu unterscheiden: das Eiweiß, das Fett und die Salze. Eiweiß und Fett betragen ungefähr $^4/_5$, die Salze $^1/_5$ der festen Theile, so daß also bei 10 Procent fester Theile im Serum 8 Procent Eiweiß mit geringer Menge Fett und 2 Procent Salze enthalten sind.

Eiweiß und Fett im Serum.

§. 58.

Das Serum gerinnt wegen seines Eiweißgehaltes in einer Temperatur von 56 — 60° R. zu einer sulzigen Masse. Auch

durch Weingeist wird das Serum coagulirt, aber nicht durch vegetabilische Säuren, namentlich nicht durch Essigsäure, so daß die Sättigung des Natrons im Serum nicht Ursache der Gerinnung ist. Die mineralischen Säuren aber, z. B. die Salzsäure coaguliren das Eiweiß im Serum, ebenso die Gallustinctur. Bei Einwirkung der galvanischen Säule gerinnt das Eiweiß am positiven Pole durch die hier sich ansammelnde Salzsäure, während es am negativen Pole durch das Alkali aufgelöst erhalten wird (Brande in Meckels Archiv II, S. 300). Nach Berzelius ist das Eiweiß im Serum mit dem Natrum zu einem Albuminat verbunden, das sich hierbei zersetzt. Durch Entladung eines starken hydroelektrischen Stroms gerinnt das Serum-Eiweiß an beiden Polen durch die Wärme-Entwicklung, nach Gmelin. Gmelin und Tiedemann haben die Verschiedenheiten zwischen Hühner-Eiweiß und Serum-Eiweiß angegeben. Ersteres gerinnt durch Aether und Terpenthinöl, letzteres nicht. Auch wird Serum von Weingeist coagulirt, Hühner-Eiweiß nicht. Die meisten Metallsalze, und insbesondere Queckfilbersublimat, coaguliren das Eiweiß und bilden damit unlösliche Verbindungen, weßhalb auch von Orfila das Eiweiß als Gegengift gegen Sublimatvergiftungen empfohlen ist.

Geronnenes Eiweiß verhält sich chemisch wie Faserstoff. Seine elementare Zusammensetzung ist nach Thenard und Gay Lussac 52,8 Kohlenstoff, 23,8 Sauerstoff, 15,7 Stickstoff, 7,5 Wasserstoff.

Das Fett des Serums im gewöhnlichen Zustand ist darin in einer solchen Verbindung, daß das Serum nicht getrübt dadurch erscheint. Es läßt sich durch Weingeist und Aether aus dem geronnenen Eiweiß, auch durch Schütteln des frischen Eiweißes mit Aether ausziehen. Die Menge beträgt nach meinen Versuchen im Arterien- und Venenblute 1,02—1,04 Procent des trocknen Serums. Es ist in Form der Oelsäure, verseift wie das Fett im Faserstoff, und röthet Lackmuspapier. Erscheint das Serum aber milchig, wovon oben die Rede gewesen, so ist der Fettgehalt sehr groß und das Fett selbst in Form mikroskopischer Kügelchen im Serum schwebend, nicht, wenigstens größtentheils nicht, verseift, sondern wie im Chylus als flüssiges Oel darstellbar. Durch Schütteln des milchigen Serums mit Aether ver-

schwindet die Milchfarbe, und der Aether löst das in feinen Kügelchen wie im Milchsaft vertheilte Fett auf. Dr. Trail zu Liverpool hat das milchige Serum des Bluts von einem an Leberentzündung leidenden Menschen untersucht, und fand in einem Falle bei einem spec. Gewicht von 1,018 21,1 Procent fester Substanz, von der 15,7 aus Eiweiß, 4,5 aus Oel, 0,9 aus salzigen Substanzen bestanden. In dem andern Falle war das spec. Gewicht 1,025, die festen Theile 15,2 Procent, wovon ein beträchtlicher Theil Oel war (Edinb. med. and surg. Journ. XVII, 236, 637. XIX, 321). Auch Christison fand das merkwürdige Verhältniß, daß in dem milchigen Serum sich das spec. Gewicht mit der Zunahme an festen Theilen vermindert. Das klare Serum von gesundem Blut enthält nämlich bei einem spec. Gewichte von 1,030 ungefähr 10 Procent fester Theile. Dagegen enthielt das milchige Serum bei einem spec. Gewicht von 1,015 = 33,7 Procent, ein anderes bei einem spec. Gewicht von 1,021 = 9,81 Proc. fester Theile. Dieß rührt offenbar daher, daß die Vermehrung der festen Theile durch den Fettgehalt des Serums erzeugt wurde, und das Fett specifisch leichter als Wasser ist. Das erstere specifisch leichtere Serum gab 5 Proc. des Ganzen, das letztere nur 3 Proc. des Serums an Fett. Die festen Theile des Serums enthielten im ersten Falle 36, im zweiten Falle 32 Proc. Fett. Das Fett bestand aus zwei Theilen, einem flüssigen, Elain, und einem krystallinischen, Stearin. Auch Lecanu unterscheidet Elain und Stearin im Blute. Nach meinen Untersuchungen des Chylus bei Pferden ist hier auch ein öliges und ein talgartiges Fett, zusammen 15,4 Procent, wovon das ölartige Fett aber $\frac{2}{3}$, das talgartige nur $\frac{1}{3}$ ausmacht. Das milchige Blutserum verhält sich also gerade so, wie das Chylusserum, und es ist offenbar, daß auf die oben von uns verfolgte Art das Fett des milchigen Serums allmählich in Plasma umgebildet wird, und daß der geringe Fettgehalt in dem nicht milchigen Serum nur ein Ueberrest von dem im Blute verarbeiteten Chylusfett ist.

Salze im Serum.

§. 59.

Bringt man das Serum in der Hitze zum Gerinnen, so schwitzt ine Flüssigkeit aus, die man Serosität nannte. Diese durch Digestion in Wasser gelöst, wird nach dem Abdampfen sulzig. Daher

hielten sie Fourcroy und Vauquelin (Annal. de Chimie, T. 7, p. 146), auch Parmentier und Deyeux (Reils Archiv I, 113) für Gallerte. Allein die Masse löst sich in Weingeist, und wird durch Galläpfeltinctur zwar niedergeschlagen, aber in unzusammenhängenden Flocken, anstatt der Gallertniederschlag zusammenklebt. Sie besteht nach Berzelius vorzüglich aus essigsaurem Natron mit etwas Fleischextract, was man auch an dem Zerfließen an der Luft erkennt. Es beträgt 0,4 Proc. des Serums. Die neuern Autoren Denis und Lecanu erwähnen des essigsauren oder milchsauren Natrons nicht im frischen Blute, während es doch ein sehr wesentlicher Bestandtheil zu seyn scheint. Man erkennt den Gehalt an essigsauren Salzen im Serum sehr leicht durch den Zusatz weniger Tropfen Eisenchlorid-Auflösung, wodurch es sich eben so wie der Speichel blutroth färbt. Die essigsauren Salze werden gleich mit dem Chylus aus ihrer Bildungsstätte, dem Darmcanal, in das Blut geführt, und fehlen sicher im Blute nie, gewiß auch essigsaures Ammonium nicht. Außer den essigsauren Salzen finden sich noch im Blutserum etwas Natron-Albuminat, salzsaure (besonders Küchensalz) und phosphorsaure Salze, besonders phosphorsaurer Kalk und Eisen. Man hat bisher die Salze fast nur in der Asche des Bluts untersucht, wo die Verbindungen der Phosphorsäure und Salzsäure mit den Alkalien zwar noch übrig bleiben, aber die essigsauren zerstört und in kohlensaure umgeändert werden.

Lecanu (Journal de Pharmacie T. XVII, p. 485, 545) gibt folgende quantitative Verhältnisse der chemischen Bestandtheile im Blute gesunder Menschen an: Wasser 780,145—785,590; Fibrine 2,100—3,565; Eiweiß 65,090—69,415; Farbstoff 133,000—119,626; krystallinisches Fett (Stearin) 2,430—4,300; öliges Fett (Elain) 1,310—2,270; Alkoholextract, auch in Wasser löslich: 1,790—1,920; Natrum-Albuminat 1,265—2,010, Natrium und Kaliumchlorid, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien: 8,370—7,304; kohlensaurer Kalk und Magnesia, phosphorsaurer Kalk, Magnesia und Eisen 2,100—1,414. Verlust 2,400—2,586.

Specifische Verschiedenheit des Bluts in den organischen Systemen.

§. 60.

Die Modificationen, welche das Blut im Leben überhaupt erleiden kann, sind außer den fremdartigen Stoffen, welche sich ihm durch Resorption beimengen, oder durch unterdrückte Secretionen darin zurückgehalten werden, vornehmlich durch die relativen Verhältnisse seiner organischen Bestandtheile: der Blutbläschen und des Plasma bedingt. Die Blutbläschen können sich auf doppelte Weise verschieden verhalten: 1) durch ihre Menge im Verhältnisse zum Plasma. Diese kann bei ausgebildeter Organisation dadurch zunehmen, daß ihr Auflösungsproceß nicht in demselben Maße vor sich geht, als sich neue Bläschen aus dem Chylus bilden, so daß eine größere oder geringere Ueberfüllung des Bluts mit Cruor eintreten kann, die sich, wie wir angedeutet haben, besonders im Pfortadersysteme zeigt. Umgekehrt kann auch die Auflösung der Bläschen im Verhältniß ihrer Wiedererzeugung aus dem Chylus überwiegen und das Blut arm an Cruor werden, was vorzüglich durch gestörte Function der Digestions- und Respirationsorgane zu geschehen pflegt. 2) Aber auch die Menge des Farbstoffs in den einzelnen Bläschen kann variiren, was an der Beobachtung der einzelnen oft weniger als an der Betrachtung des Bluts im Ganzen und Großen hervortritt. Es ist schon angeführt, daß die Bläschen im Chylus der Milz und des Brustganges noch ganz hell und durchsichtig, wenig mit Farbstoff imprägnirt sind, wogegen durch Respiration in irrespirablen Gasarten der Farbstoffgehalt sich sehr vermehrt. Es scheint also vorzüglich durch die Respiration zu geschehen, daß der Farbstoffgehalt der Bläschen sich mehr oder weniger ändert. Das Plasma verändert sich vorzüglich durch den Grad seiner inneren Organisation und Lebenserregung, von welchen die bei der Gerinnung sich bildende Menge an Faserstoff abhängt. Diese wird um so größer seyn, je mehr die innere Organisation des Plasma entwickelt ist, dagegen um so geringer, je unvollkommner sie ist, so daß in dem Maße, als dieses geschieht, das Plasma eine überwiegende Eiweißbildung und bei noch unvollkommnerer Stoffmetamorphose auch Fettbildung zeigen wird. Alle diese Verhältnisse zusammengenommen enthalten das Wesen und die Ursachen der specifischen Veränderungen des Bluts.

§. 61.

1. Arterien- und Venenblut. Ueber den Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut findet man sehr widersprechende Angaben, die zum Theil darin ihren Grund haben, daß unter verschiedenen Verhältnissen dieser Unterschied in verschiedenen Graden hervortritt. Ueberhaupt ist der Unterschied ein relativer, der sich erst mit einer höhern Ausbildung der Respirationsorgane deutlich entwickelt, bei den niederen Thieren und in den Embryonen der höheren noch nicht vorhanden ist, und selbst bei den Fischen und Amphibien entweder fehlt oder doch nur in schwachem Grade hervortritt. Nur bei den Vögeln, Säugthieren und beim Menschen nach der Geburt tritt der Unterschied deutlich hervor. Aber auch hier wurde der Unterschied von Harvey wegen seiner Vorstellung von dem unmittelbaren Uebergang der Arterien in die Venen geläugnet, und noch von Carminati (Giornale per servire alla storia raggionata della medicina. Venezia 1783—1791. T. I. p. 266), auch von J. Davy (Archives générales de Médecine. T. 26, p. 394) bloß auf die Farbe bezogen. Die hellrothe Farbe des Arterienbluts, die dunklere des Venenbluts, ist allerdings der zuerst in die Augen fallende Unterschied, indessen fehlt dieser bei Fischen und Amphibien, auch im Embryo der Säugthiere und des Menschen, und selbst beim entwickelten Menschen unter verschiedenen Verhältnissen zeigen sich gradweise Uebergänge, so daß das Arterienblut bei Respirationsleiden ganz dunkel wird. Der Unterschied ist also nur in seinen Extremen fest zu halten, und man muß sehr wohl die verschiedenen Grade der Arteriosität wie der Venosität des Bluts unterscheiden. Wir haben oben gezeigt, daß die hellrothe Färbung des Arterienbluts durch eine qualitative Farbenänderung in den Blutbläschen entsteht, welche von Absorption von Sauerstoffgas und Aushauchung von Kohlensäure bedingt ist. Doch scheinen auch quantitative Verhältnisse, namentlich ein Anschwellen der Bläschen durch Anhäufung des Farbstoffs in ihnen, und eine Verdichtung und stärkere Abplattung, wodurch sie, und wie es scheint auch die Kerne, durchsichtiger werden, eine Farbenänderung bedingen zu können, wie denn namentlich die Wirkung der Salze letzterer Art zu seyn scheint, und wie das Blut der Fische durch geringeren Farbstoffgehalt heller erscheint.

Im Leben der Säugthiere und des Menschen hängt die dunklere

Färbung immer mit einer Vermehrung des Farbstoffs in den Bläschenhüllen zusammen. Mayer hatte auch schon richtig einen größeren Farbstoffgehalt im Venenblute angegeben (Meckels Archiv 3. 334). Prevost und Dumas (l. c. p. 311) haben zwar im Arterienblut eine größere Menge Bläschen angenommen; allein diese Annahme beruht nur darauf, daß ihnen der ganze Blutkuchen, welcher außer den Bläschen noch Faserstoff und eine Menge Eiweiß und Salze des Serums enthält, zuweilen mehr feste Theile im Arterienblut als im Venenblut lieferte, was aber sehr wohl von einer größeren Menge Eiweiß und Faserstoff herrühren konnte, und von ihnen deßhalb nicht berücksichtigt wurde, weil sie glaubten, daß der Faserstoff selbst in den Kernen der Bläschen enthalten sey. Auch erhielten sie in andern Fällen umgekehrt mehr trockenen Blutkuchen aus Venenblut wie aus Arterienblut, was sie dem Umstande zuschreiben, daß nach dem Ablassen einer gewissen Menge von Venenblut durch Resorption von wässerigen Theilen das Blut überhaupt mehr verdünnt werde, was richtiger seyn kann, ohne daß dadurch bewiesen würde, daß die Verminderung der festen Theile überhaupt von Verminderung des Farbstoffs allein herrühre. Meine eigenen, bei der Untersuchung des Pfortaderbluts unten näher angegebenen Untersuchungen zeigen, daß die Menge des auf chemischem Wege aus dem Blute abgeschiedenen reinen Farbstoffs in geradem Verhältnisse mit der dunklen Farbe des Venenbluts zunimmt, daß aber auch das, durch gestörte Respiration schwarz gewordene Arterienblut eine größere Menge Farbstoff als im hochrothen Zustande enthält. Durch starken Zufluß von Chylus nach der Verdauung scheint aber der Farbstoffgehalt durch Ueberwiegen der eiweißstoffigen Theile sich verhältnißmäßig zu mindern. Hellrothes Arterienblut enthielt beim Pferde 4,65 Procent Farbstoff, Venenblut 6,9—9,2 Proc. Im schwarzen Arterienblut bei gestörter Respiration stieg der Farbstoffgehalt auf 10,21 Procent.

Oben ist bereits angeführt, daß die Gestaltveränderung der einzelnen Bläschen bei der Farbstoffvermehrung im Venenblut nur sehr gering sey. Kaltenbrunner (Frorieps Notizen 16. 308) sagt, daß die Bläschen im Venenblut anschwellen und an den Rändern zerfließen. Krimmer (physiolog. Untersuchungen S. 228) gibt an, die Bläschen seyen im venösen Blute größer. Indessen werden sie nur bauchiger und weniger platt, die Ränder dunkler, nicht

größer. Auch sieht man die Veränderungen nicht in allen Bläschen des Venenbluts, sondern nur in vielen, deren Menge mit dem Grade der Venosität des Bluts zunimmt; die übrigen unterscheiden sich von denen im Arterienblut in der Gestalt nicht. Man sieht im Venenblut daher in Bezug auf die Dunkelheit der Ränder und die Durchsichtigkeit der Bläschen, so wie auf den Grad der Abplattung, eine viel größere Verschiedenheit unter den Bläschen als im Arterienblut, besonders bei Säugthieren, wo der Unterschied stärker als bei Amphibien hervortritt.

Die meisten Beobachter stimmen darin überein, daß aus Arterienblut mehr Faserstoff als aus Venenblut erhalten werde. Die Menge des Faserstoffs aus Venenblut verhält sich zu der aus Arterienblut nach Mayer (l. c. p. 534) bei Pferden wie 1 : 1,3; nach Prevost und Dumas beim Schafe wie 1 : 1,08; nach Denis (rech. exp. sur le sang humain, Paris 1830 p. 253) beim Hunde wie 1 : 1,04; nach Berthold (l. c. p. 251) bei Ziegen wie 1 : 1,17; bei Hammeln wie 1 : 1,19; bei Hunden wie 1 : 1,33. Im Gegentheil behauptete Sigwart, daß im venösen Blut mehr Faserstoff als im arteriellen sey, weil es denselben, da er in den Muskeln bereitet werde, durch Resorption aus ihnen aufnehme (Reils Archiv 12. 5). Auch Lassaigne fand in einem Fall mehr Faserstoff im venösen als im arteriellen Blut (Journal de Chimie méd. 1. p. 34). Ich selbst habe dieses Verhältniß in verschiedenen Versuchen abweichend gefunden. Ich fand in einem Fall 0,81 Proc. Faserstoff im Venenblut und 0,53 Procent im Arterienblut. In einem andern Fall erhielt ich 0,90 Procent aus Venenblut und 0,92 Procent aus Arterienblut. Diese Verschiedenheit schien daher zu rühren, daß im ersteren Fall das Thier, von dem das Blut genommen war, nüchtern und zuvor schlecht gefüttert war, so daß bei der erhöhten Resorption durch das Lymphsystem und die Venenresorption eine Menge fester Theile in das Blut geführt wurden, wogegen das im zweiten Fall erwähnte Blut von einem gefütterten Thier genommen war, wo die Resorption aufgehoben und das Blut überhaupt reicher an plastischen Theilen war. Da nun der Faserstoff im Blute nicht fertig vorhanden, sondern von der Art der Gerinnung und den äußeren Umständen bei derselben, die Menge des sich bildenden Faserstoffs sehr abhängig ist, so können auch die verschiedenen äußeren Verhältnisse zuweilen jene Abweichungen erklären, indem sich

dabei auf Kosten des Faserstoffs mehr Eiweiß bildet. Venenblut gerinnt nach Autenrieth (Med. chirurg. Zeitung 1794. 3. 339), Davy (l. c. p. 122) und Berthold (l. c. p. 248) später und bleibt länger weich, als Arterienblut. Ich finde jedoch, daß diese Erscheinung nur bei großer Schwärze des Venenbluts und bei sehr starkem Grade der Venosität eintritt, wo der Cruor über das Plasma im Uebergewicht erscheint. Außerdem bemerkt man diesen Unterschied nicht. Der Faserstoff des Arterienbluts ist härter, und wenn er aus geschlagenem Blute gewonnen wurde, in kurzen zerbröckelten Stücken; wogegen der des Venenbluts beim Schlagen in zusammenhängenden, weichen, elastischen Fäden erscheint. Wenn Mayer (l. c. p. 538) das Umgekehrte behauptet, so muß dieses auf einem Irrthume beruhen; immer ist der Faserstoff aus geschlagenem Arterienblut kurz und bröcklich. Nach Denis würde das venöse Blut mehr Eiweiß als das arterielle enthalten, wogegen Lassaigne weniger Eiweiß und mehr Salze fand. Ich selbst habe den Eiweißgehalt im Arterienblut größer gefunden.

Nach Autenrieth (Physiol. I. S. 316) und Denis (l. c. p. 285) enthält das Venenblut überhaupt weniger an festen Theilen und mehr Wasser als Arterienblut, wogegen Lassaigne dem Arterienblut weniger feste Theile zuschreibt. Nach meinen Beobachtungen zeigten sich bei hungernden und nüchternen Thieren im Venenblut 18,6, im Arterienblut 15,5 Procent feste Theile. Bei einem gut gefütterten Pferde fand ich im Arterienblut 22,9, im Venenblut 19,5 feste Substanz; so daß diese Verhältnisse sich also nach den Umständen ändern können.

Der Zustand mehr erhöhter Lebensthätigkeit im Plasma, verbunden mit einer geringen Farbstoffmenge, scheint also der allein wesentliche Charakter des Arterienbluts, wobei sich die übrigen Verhältnisse innerhalb gewisser Gränzen verschieden verhalten können. Im Venenblute scheint die plastische Kraft durch das Uebergewicht des Farbstoffs der Bläschen über das Plasma vermindert, daher denn auch die schwächere Gerinnung im hohen Grade der Venosität. Aus diesem Grunde scheinen die Walle und Robben, deren Blut besonders nach längerem Untertauchen ganz schwarz und im hohen Grade venös ist, sich so leicht auch bei Verletzungen kleiner Gefäße zu verbluten, weil keine feste Bluterstarrung die Gefäßwunden verstopft. Ein ähnliches Phänomen scheint auch in den Menschen zu

seyn, welche man Bluter nennt, indem sie sich nach geringen Verletzungen zu Tode bluten, was nur durch ein starkes Uebergewicht des Cruors über das Plasma bewirkt wird.

§. 62.

2. Das Menstrualblut hat nach Brande's Untersuchungen die Eigenschaften einer concentrirten Auflösung des Farbstoffs (der Blutbläschen) in verdünntem Serum, ohne Faserstoff zu enthalten (Philos. Trans. 1812. p. 113). Auch Lavagna (Brugnatelli Giornali de Fisica 1817. 397. Meckels Archiv 4, 151) fand dieß bestätigt; daher denn auch Menstruationsblut nach mehrmonatlichen Retentionen im Uterus ebensowenig, wie außerhalb des Körpers an der Luft gerinnt, woraus sich Lavagna erklärt, daß bei Metrorrhagien nach großen Verlusten solchen Blutes nur ein geringer Nachtheil für den Körper sich zeigt. Die Blutbläschen im Menstrualblute finden sich in dem Zustande wie im Venenblute. Nach Toulmouche fault Menstrualblut nicht nach 4wöchentlichem Stehen an der Luft (Ferussac Bull. des Scienc. méd. 18, 355).

2. Das Pfortaderblut.

(Nach eigenen Untersuchungen. S. Rust's Magazin 1835.)

§. 63.

Die einsichtsvolleren Aerzte waren zu allen Zeiten darin einstimmig, daß das Pfortaderblut in seinen Eigenschaften von dem Arterien- und Venenblute wesentlich verschieden seyn müsse. Die Gründe für diese Verschiedenheit fand man vorzüglich in den lebendigen Wirkungen desselben, welche in den mancherlei Formen wichtiger Unterleibskrankheiten hervortreten, und welche zeigen, daß das Pfortaderblut sich häufig mehr oder weniger unabhängig von dem Arterien- und Venenblute verändert, so daß selbst in dem äußeren Ansehen desselben, wie es in den Leichen beobachtet wird, merkliche Verschiedenheiten hervortreten. Dessen ungeachtet ist man bisher nicht im Stande gewesen zu sagen, was für specifische und wesentliche Eigenschaften es sind, welche den eigenthümlichen lebendigen Wirkungen des Pfortaderbluts zum Grunde liegen, so daß z. B. Hemmung der Bewegung und Stockungen des Bluts im Unterleib entstehen, während das Blut in den übrigen Theilen des centralen und peripherischen Gefäßsystems in ungehinderter Bewegung ist.

Die Eigenthümlichkeiten im äußern Ansehen, welche die Aerzte angeben, sind von den Chemikern später wieder geläugnet worden, so daß jene vorausgesetzten Verschiedenheiten wieder zweifelhaft wurden, und die ganze Natur des Pfortaderbluts in diesem dunkel gehüllt blieb. Unsere eigenen Bemühungen zur Erkenntniß des Lebensprocesses im Blute mußten uns nothwendig darauf führen, auch die Modificationen desselben in den verschiedenen Blutarten zu untersuchen, und wie schwierig diese Aufgabe auch seyn mag, so hat uns doch unser großes Vertrauen auf die physiologischen Gesetze der Lebenserscheinungen, nach denen ein innerer Zusammenhang zwischen den äußern Wirkungen und den innern Ursachen des Lebens besteht, auch hier den Beweis geliefert, wie sehr die zu allen Zeiten und von allen bedeutenden Aerzten erkannten Eigenthümlichkeiten in den äußeren Wirkungen des Pfortaderbluts mit einer specifischen inneren Natur desselben zusammenhängen; wie Unrecht es ferner ist, durch einzelne chemische Verhältnisse, ohne die organischen Beziehungen zu berücksichtigen, auf innere Identität zu schließen, wo die äußeren Lebenserscheinungen verschieden sind, und wie nothwendig auf der andern Seite, daß alle chemisch-organischen Untersuchungen, wenn sie wahren Nutzen haben sollen, mit Rücksicht auf die physiologischen Gesetze angestellt werden. Da es schwierig, wenn nicht unmöglich ist, hinreichende Mengen Arterien-, Venen- und Pfortaderblut zu vergleichenden Untersuchungen vom Menschen zu erhalten, so haben wir unsere Untersuchungen mit Pferdeblut angestellt, das wir durch die Gefälligkeit unsers Freundes des Herrn Prof. Gurlt an der Thierarzneischule zu sammeln Gelegenheit hatten. Wir werden hier nur den chemischen Theil unserer Untersuchung des Pfortaderbluts mittheilen, um über die Lebensthätigkeit desselben in einer besondern Abhandlung zu sprechen.

Aeußere Eigenschaften des Pfortaderbluts.

§. 64.

Viele schreiben dem Pfortaderblut eine schwärzere Farbe zu, als das Venenblut hat, und ich kann im Allgemeinen nach meinen Beobachtungen hierin beistimmen. Aber ich finde den Grad der dunklen Färbung doch nicht überall gleich, so daß sich oft unmerkliche Uebergänge in die Farbe des Venenbluts zeigen. Am dunkelsten wird das Pfortaderblut im nüchternen Zustande gesunder

Pferde; bei starker Fütterung kommt es dem Venenblut in der Farbe fast gleich. Die Verschiedenheiten in der Farbe variiren also weit mehr, als beim Arterien- und Venenblute. Die Farbe des ganz dunkeln, schwarzrothen Pfortaderbluts von Pferden wurde durch Zumischung von Küchensalz und Salpeter, wodurch Venenblut sogleich hellroth wird, nicht im mindesten verändert, wogegen das hellere Pfortaderblut sich durch Neutralsalze ein wenig röthete, aber nicht so stark als Venenblut. An der atmosphärischen Luft pflegt auch das hellere Pfortaderblut sich entweder gar nicht oder doch nicht so stark als Venenblut zu röthen. Sauerstoffgas mit schwarzem Pfortaderblute geschüttelt, machte es kaum hellroth, aber das dem Venenblut in der Farbe näher stehende Pfortaderblut wird durch Sauerstoffgas deutlich hellroth. Wird schwarzes Pfortaderblut durch Zumischung von Salpeter oder Küchensalz ganz flüssig erhalten, so gelatinirt es zwar beim Zusatze von Wasser, aber nur sehr schwach und erst nach mehreren Stunden, während Venenblut schon nach 5 — 10 Minuten sehr fest gelatinirt. Drei Drachmen Schwefeläther zu zwei Unzen Pfortaderblut gesetzt, machten es purpurroth und ganz durchsichtig; dabei gelatinirte das Blut, wurde aber später wieder ganz dünnflüssig und blieb durchsichtig, während der Farbstoff der Blutbläschen ganz gleichförmig aufgelöst war. Concentrirtes Tabaksdecoct wirkt ganz ähnlich, nur wird die Farbe dunkler. Diese beiden Reagentien wirken aber auf Venenblut ganz ähnlich.

Eine halbe Unze Weingeist von 54° F. zu zwei Unzen Pfortaderblut gesetzt, machte, daß die plastische Lymphe in Lappen gerann, wobei das Blut aber nicht gelatinirte, sondern ganz flüssig blieb und die Bläschen ziemlich unverändert behielt. Ich habe einige Male Pfortaderblut gesunder Pferde gekostet; es schmeckte nicht merklich anders als Venenblut, mehr ekelhaft, aber nicht bitter.

Gerinnung.

§. 65.

Die meisten älteren Beobachtungen kommen darin überein, daß in Leichen das Pfortaderblut immer flüssig gefunden wird, weßhalb man annahm, daß es gar nicht gerinne. Die Herren Tiedemann und Gmelin haben aber gefunden, daß frisches Milzvenenblut wirklich gerinnt, und glaubten in dieser Beziehung keine Verschieden-

heit vom Venenblut zugeben zu dürfen. Ich beobachtete, daß das ganz schwarze Pfortaderblut, wie es aus kurz zuvor getödteten Pferden gesammelt wird, häufig gar nicht gelatinirt, sondern vollkommen flüssig bleibt. Dagegen gelatinirt das weniger dunkle Pfortaderblut allerdings, oft in derselben Zeit, wie das Venenblut, allein es zeigt sich darin eine wesentliche Verschiedenheit von dem Gerinnen des Arterien = und Venenbluts, daß der Kuchen des Pfortaderbluts nur ganz weich bleibt und später (nach 12 — 24 Stunden) entweder ganz und gar, oder doch an der unteren Hälfte vollkommen wieder zerfließt, und ein wahres Sediment auf dem Boden des Gefäßes, nicht aber einen zusammenhängenden Kuchen, der in dem Serum schwimmt, bildet. Das gar nicht gerinnende Pfortaderblut bildet ein ähnliches Sediment von Cruor, wobei klares Serum oben auf schwimmt. Der Cruor im Pfortaderblute senkt sich ungemein leicht auch im geschlagenen, und zwar wiederholt auch nach dem Umrühren wenn es sich schon einmal abgesetzt hatte. Dieß hängt offenbar von der größeren Menge Farbstoff ab, welcher den Hüllen der Blutbläschen anhängt, und wodurch sie die größere Schwere erhalten. Mehrere Stunden nach dem Tode des Thieres fand ich das Pfortaderblut zuweilen in den Gefäßen des Thieres schon geronnen, aber dieses Gerinnsel zerfloß später auch wieder. Es scheint also die Beobachtung der ältern Aerzte, daß das Blut der Pfortader in Leichen flüssig ist, eben so richtig, als die Beobachtung der Herren Tiedemann und Gmelin, welche das frische Pfortaderblut gerinnen sahen. Aber das flüssige Blut in Leichen komte anfangs gelatinirt und später erst wieder zerflossen seyn, wenn es gleich auch dunkles Pfortaderblut gibt, das gar nicht gelatinirt. Dagegen darf man nicht übersehen, daß frisches Pfortaderblut nach dem Gelatiniren an der Luft ebenfalls wieder ganz oder theilweise zerfließt und sich nicht wie Arterien = und Venenblut verhält. So werden jene Widersprüche erklärlich.

Menge.

Durch freiwilliges Ausfließen nach dem Anstechen der bloßgelegten Pfortader sammelte ich von ausgewachsenen durch Verbluten nach einem Stich in die Brust getödteten und schnell geöffneten Pferden gewöhnlich zwischen 4—5 Unzen. Durch späteres Streichen der Milz = und Mesenterialvenen nach der Oeffnung hin erhielt

ich dann noch ungefähr ebensoviel, so daß also im Ganzen meistens zwischen 8—10 Unzen zu sammeln waren. Ich wollte wissen, ob man bei Pferden, die kein Blut verloren hatten, mehr erhalten könnte. Prof. Gurlt ließ also auf meine Bitte ein Pferd durch einen Schlag auf den Kopf tödten, um das Pfortaderblut daraus zu sammeln. Ich erhielt durch Streichen der Pfortaderwurzeln aber auch nur 10 Unzen und 6 Drachmen, obgleich das Pferd gar kein Blut zuvor verloren hatte.

Gehalt des Pfortaderblutplasma an Fibrine oder elastischer Lymphe.

§. 66.

Die unvollkommene Gerinnung des Pfortaderbluts ließ vermuthen, daß eine geringere Menge Fibrine in dem Plasma als beim Arterien- und Venenblute vorhanden seyn würde. Um dieses zu erfahren, stellte ich folgende Versuche an.

1) Eine Portion von 2620 Gran (5 Unzen 3 Drachmen) dunkel schwarzen Pfortaderbluts aus einem eben getödteten nüchternen Pferde gesammelt, gelatinirte binnen einer halben Stunde gar nicht. Es wurde hingestellt, und nach 24 Stunden hatte sich auf dem Boden des Geschirres, worin das Blut gesammelt war, anstatt des Kuchens ein dunkelschwarzer Bodensatz, 19 Drachmen und 2 Skrupel an Gewicht, gebildet, über welchem 24 Drachmen klares farbloses Serum, also mehr als die Hälfte der ganzen Blutmasse standen. Der Bodensatz, welcher neben dem Cruor die geronnene plastische Lymphe oder Fibrine enthalten mußte, wurde nun mit Wasser übergossen, um den Farbstoff aufzulösen. Der ungelöst'e Rückstand mußte nach 24 Stunden noch mehrmals mit Wasser übergossen werden, um ihn von Farbe zu befreien, was aber nur unvollständig möglich wurde. Er war gar nicht zusammenhängend, sondern bildete eine feine krümliche Masse, so daß ich, um sie vollständig vom Wasser abzusondern, mich eines Papierfiltrums bedienen mußte. Die nach häufigem Auswaschen noch immer rothgefärbte Fibrinmasse wog nach dem Abfiltriren des Wassers feucht 45 Gran, und nach dem Eintrocknen 10 Gran. Demnach enthielt dieses Pfortaderblut 1,75 Procent feuchte oder 0,38 Procent trockne Fibrine, welche aber nicht rein von Farbstoff war.

2) 1320 Gran (2 Unzen 6 Drachmen) Pfortaderblut von einem

nüchternen Pferde gelatinirte bald nach dem Sammeln zu einem weichen Kuchen, der nur theilweise zerfloß. Aus diesem erhielt ich durch Auskneten und wiederholtes Auswaschen die Fibrine in einer elastisch zusammenhängenden Masse von beinahe weißer Farbe. Sie wog feucht 13 Gran, und getrocknet 4½ Gran. Dieses Blut enthielt also 0,98 Proc. feuchte oder 0,38 Proc. trockene Fibrine.

3) Von einem Pferde, das ich während 24 Stunden vor dem Tode mit Hafer hatte füttern lassen, erhielt ich 4821 Gran (10 Unzen 21 Gran) weniger dunkles Pfortaderblut. Es gelatinirte, zerfloß aber doch später und bildete einen Bodensatz. Dieser gab durch Auskneten und Auswaschen 58 Gran weiße elastische Fibrine, welche nach dem Trocknen 10 Gran wog. Die feuchte Fibrine beträgt also 1,20 Proc., die getrocknete 0,20 Proc.

4) In den sogleich zu erzählenden Versuchen mit Arterien- und Venenblut fand ich, daß man durch Schlagen des Bluts immer weniger Fibrine erhält, als wenn man es gerinnen läßt, und dann die Fibrine durch Auskneten sondert. Um zu sehen, wie dieses sich mit dem Pfortaderblute verhalte, ließ ich 1080 Gran (2 Unzen 2 Drachmen) Pfortaderblut schlagen und das so gewonnene Gerinnsel auswaschen. Ich erhielt 9½ Gran feuchte elastische Fibrine, die nach dem Austrocknen 3 Gran wog. Dieß macht 0,87 Proc. feuchte oder 0,27 Proc. trockne Fibrine.

Ich erhielt also aus Pfortaderblut:

	feuchte Fibrine	trockne Fibrine
im ersten Versuch	1,75 Proc.	0,38 Proc.
— zweiten —	0,98 —	0,38 —
— dritten —	1,20 —	0,20 —
Im Mittel also . .	1,31 —	0,32 —
Durch Schlagen im vierten Versuch erhielt ich	0,787 —	0,27 —
Weniger Fibrine durch Schlagen des Bluts	0,53 —	0,05 —
Mittel aus geschlagenem und geronnenem Blute	1,045 —	0,29 —

5) Es war nun nothwendig zu erfahren, wie viel Fibrine das Arterien- und Venenblut in denselben Thieren, woraus das Pfortaderblut genommen war, enthalten würde. Ich sammelte

also von demselben Pferde, von dem das im ersten Versuch erwähnte Pfortaderblut genommen wurde, auch Arterien- und Venenblut.

a) Arterienblut wurden aufgefangen 26 Unzen und 5 Drachmen. Daraus erhielt ich nach dem Gerinnen durch Auswaschen des Kuchens 13 Drachmen 3¾ Gran feuchte Fibrine, welche getrocknet 2 Drachmen 12,8 Gran wog. Dieß beträgt also für die feuchte Fibrine auf die ganze Blutmasse 6,10 Procent, für die trockene Fibrine 1,04 Proc.

b) Venenblut wurden 28 Unzen 2 Drachmen gesammelt. Nach dem Gerinnen gaben sie durch Auskneten 15 Dr. 25,6 Gr. feuchte Fibrine, d. i. 6,98 Proc.; diese wog nach dem Trocknen 2 Dr. 22,8 Gr., welches 1,09 Proc. beträgt.

Um zu erfahren, ob man durch Schlagen mehr oder weniger Fibrine als durch Auswaschen des Blutkuchens erhalten könne, stellte ich folgende Experimente an:

6) 54½ Unzen gemengtes Arterien- und Venenblut von dem Pferde, von welchem das im zweiten Versuch erwähnte Pfortaderblut genommen wurde, wurden geschlagen. Es hatten sich um den Rührlöffel nach dem Durchseihen des flüssigen Theils durch ein leinenes Tuch 14 Loth rothe noch mit Cruor vermengte Fibrine gesammelt. Hierin war aber der Cruorgehalt noch so groß, daß nach dem Auswaschen nur 13 Dr. weiße Fibrine, d. i. 2,98 Proc. übrig blieben; diese wogen getrocknet 3 Dr. 25 Gr., welches 0,78 Proc. beträgt.

7) Von dem im vierten Versuche genannten Pferde wurden durch gleichzeitiges Oeffnen der Carotis und der Jugularvene, und dann nach dem Verbluten des Pferdes kurz vor dem Tode noch eine Portion gemengtes Arterien- und Venenblut gesammelt, und zwar von jeder Blutart 41 Unzen. Alle drei Quantitäten wurden geschlagen, um die Fibrine abzusondern.

a) Aus den 41 Unzen Arterienblut wurden gewonnen 7 Dr. weiße Fibrine, feucht. Dieß beträgt 2,13 Proc. Die Fibrine des Arterienbluts ist kürzer, krümlicher, in weniger zusammenhängenden, brüchigen Stücken, als beim Venenblute. Getrocknet wog diese Fibrine 1 Dr. 45 Gr., d. i. 0,53 Proc.

b) Die 41 Unzen Venenblut gaben durch Schlagen und nachheriges Auswaschen 10 Drachmen feuchte Fibrine, also 3,04

Procent. Getrocknet wog sie 2 Drachmen 40 Gran, d. i. 0,81 Procent.

c) 41 Unzen kurz vor dem Tod ausfließendes gemengtes Arterien- und Venenblut gaben durch Schlagen 9 Dr. 26 Gr. feuchte Fibrine, welches 2,87 Proc. beträgt. Sie wog getrocknet 2 Dr. 28 Gr., d. i. 0,75 Proc.

Es wurden gewonnen:

	feuchte Fibrine	trockne Fibrine
im 5ten Versuch a. Arterienblut .	6,10 Proc.	1,04 Proc.
b. Venenblut . .	6,98 —	1,09 —
Mittel . .	6,54 —	1,06 —
Das Mittel aus geronnenem Pfort- aderblute war	1,31 —	0,32 —
Folglich enthält das Pfortaderblut weniger Fibrine . . .	5,23 —	0,74 —

Durch Schlagen des Arterien- und Venenbluts wurden erhalten im 7ten Versuche:

	feuchte Fibrine	trockne Fibrine
a. Aus Arterienblut . . .	2,13 Proc.	0,53 Proc.
b. — Venenblut	3,04 —	0,81 —
c. — Arterien- und Venenblut .	2,87 —	0,75 —
Mittel . . .	2,68 —	0,69 —
Das Pfortaderblut gab durch Schlagen	0,78 —	0,27 —
Weniger Fibrine aus geschlagenem Pfortaderblute . . .	1,9 —	0,42 —

Feste Theile überhaupt im Pfortaderblute.

§. 67.

8) 1080 Gran Pfortaderblut von einem nüchternen Pferde wurden im Wasserbad eingetrocknet. Sie ließen 3 Dr. trockenen Rückstand, welches 16,6 Proc. beträgt.

9) 1320 Gran Pfortaderblut, ebenfalls von einem nüchternen Pferde, wurden eingetrocknet und gaben 3 Dr. 44¼ Gran trockenen Rückstand, d. i. 16,95 Proc.

10) 2620 Gran Pfortaderblut von einem nüchternen Pferde wurden eingetrocknet und gaben 7 Dr. 32 Gr. fester Theile, also 17,2 Proc.

Um zu sehen, ob durch gute Fütterung die festen Theile auch im Pfortaderblute zunehmen, machte ich folgenden Versuch:

11) Ich ließ ein mageres Pferd während 24 Stunden mit Hafer füttern. Nachdem es getödtet worden, wurden 10 Unzen 21 Gran Pfortaderblut gesammelt. Sie gaben nach dem Eintrocknen 16 Dr. 20 Gr. trockenen Rückstand, welches 20,3 Proc. beträgt.

12) Von dem im 8ten Versuch erwähnten Pferde sammelte ich zugleich Arterien- und Venenblut a) 5 Unz. 4¾ Dr. Arterienblut, welches nach dem Verbluten des Pferdes kurz vor dem Tode gesammelt wurde; sie enthielten nach dem Eintrocknen 6 Dr. 58 Gr. trocknen Rückstand, d. i. 15,56 Proc.

b) 5 Unzen 6½ Dr. zuerst ausfließendes Venenblut gaben nach dem Eintrocknen 8 Dr. 39 Gr. festen Rückstand, was 18,6 Proc. beträgt.

13) Von dem im 11ten Versuch erwähnten während 24 Stunden vor dem Tode stark mit Hafer gefütterten Pferde ließ ich 24 Unzen zuerst ausfließendes Arterienblut sammeln, welches im Wasserbad eingetrocknet wurde. Es hinterließ 5 Unz. 4 Drachm. trocknen Rückstand, d. i. 22,91 Proc.

14) 23 Unzen Venenblut desselben Pferdes gaben durch Eintrocknen 4 Unz. 4 Dr. fester Theile, d. i. 19,5 Proc.

Ich erhielt also aus Pfortaderblut an festen Theilen

im 8ten Versuche	16,6	Proc.
— 9ten —	16,95	—
— 10ten —	17,2	—
Mittel bei nüchternen Pferden	16,90	—
Arterienblut von nüchternen Pferden gab im 12ten Versuch an festen Theilen	15,56	Proc.
Venenblut desselben Pferdes	18,6	—
Mittel	17,08	—
Das Pfortaderblut nüchterner Pferde enthält weniger an festen Theilen, als Arterien- und Venenblut	0,18	—
Das Pfortaderblut des mit Hafer gefütterten Pferdes im 11ten Versuche gab feste Theile	20,3	Proc.
Das Venenblut desselben Pferdes	19,5	—
Das Arterienblut	22,91	—
Mittel vom Arterien- und Venenblut . . .	20,7	—

Das Pfortaderblut stark gefütterter Pferde enthält also weniger an festen Theilen 0,3 Proc. Diese Differenz ist zwar nicht groß, indeß kann sie, da sie in verschiedenen Verhältnissen bleibend ist, bei der großen Menge des durch die Pfortader fließenden Bluts dennoch von wichtigem Einflusse seyn.

Feste Theile (Eiweißgehalt und Salzgehalt) im Serum.

§. 68.

Es war nun wichtig zu wissen, welches bestimmte Verhältniß von Eiweiß und Cruor in den festen Theilen enthalten sey, um zu sehen, ob hier eine ähnliche Differenz mit dem Arterien- und Venenblute, wie bei der Fibrine zu finden wäre. Das Serum erscheint klar, sowohl bei nüchternen als bei gefütterten Thieren. Ich fand es auch bei stark mit Hafer gefütterten Thieren, deren Chylusserum ganz milchig war, nicht milchig.

15) 3 Unzen klares farbloses Serum, welches sich aus 5 Unz. 3 Dr. Pfortaderblut eines nüchternen Pferdes gebildet hatte, gab beim Eintrocknen 2 Dr. 2 Gr. trocknen Rückstand von braungelber Farbe, d. i. 8,16 Proc.

16) 3 Unzen 7 Drachmen farbloses klares Serum von 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut eines vor dem Tode gut mit Hafer gefütterten Pferdes wurden eingetrocknet und gaben 3 Dr. trocknen braungrauen Rückstand, d. i. 9,67 Proc.

17) Von dem nüchternen Pferde des 15ten Versuchs wurde auch das Serum vom Arterien- und Venenblut eingetrocknet. 4 Unz. ½ Dr. Serum vom Venenblut gaben 2 Dr. 48 Gr. trocknen Rückstand gleich 7,96 Proc. 23 Dr. Serum von dem Arterienblute gaben nach dem Eintrocknen 2 Dr. 26 Gr. trocknen Rückstand gleich 9,86 Proc. Er zeigte eine grüngelbe Farbe.

18) Von dem mit Hafer gefütterten Pferde des 16ten Versuchs wurden 3 Unzen Serum vom Venenblut eingetrocknet. Sie gaben 2 Dr. 45 Gr. trocknen Rückstand, welches 11,45 Proc. beträgt. Er hatte eine gelbbräunliche Farbe.

19) 2 Unz. 2 Dr. Serum von zuerst ausfließendem Arterienblut eines magern nüchternen Pferdes gaben eingetrocknet 2 Drachm. trocknen Rückstand, welches 11,11 Proc. beträgt.

Ich erhielt also im 15ten Versuche . . 8,16 Proc.
— 16ten — . . . 9,67 —
. Mittel aus Pfortaderblut . . 8,90 —

Dagegen aus Arterienblut im 17ten Versuche . 9,86 —
— 19ten — . 11,11 —
Mittel aus Arterienblut . . . 10,48 —
also 1,58 Proc. mehr als im Pfortaderblut.

Aus Venenblut eines nüchternen Pferdes im 17ten Versuche . . . . . 7,96 —

Im 18ten Versuch aus Venenblutserum eines gefütterten Pferdes . . . . . 11,45 —
Mittel aus Venenblut . . . 9,70 —
also 0,80 Procent mehr als im Pfortaderblut.

Gehalt an Cruor.

§. 69.

Es hat seine großen Schwierigkeiten, den Cruorgehalt genau zu bestimmen, weil in dem Blutkuchen oder Bodensätzen, aus welchen man durch Auswaschen mit Wasser den Cruor absondert, immer noch eine große Quantität Serum enthalten ist, dessen feste Bestandtheile sich in dem Aussüßwasser mit auflösen und dann aus der Auflösung des Cruors nicht abzuscheiden sind. Ich habe daher, um wenigstens annähernd die Cruormenge zu bestimmen, mich des Verfahrens bedient, zuerst den Gehalt an festen Theilen in dem Serum des Bluts, woraus ich den Cruor gewinnen wollte, genau zu bestimmen, dann die Serummenge, die mit dem Cruor verbunden war, zu berechnen, und die darin enthaltenen festen Theile von dem Gewichte des trocknen Gemenges von Cruor und Serum abzuziehen, um den reinen Cruorgehalt festzustellen. Da ich mich bei allen Blutarten desselben Verfahrens bedient habe, so kann dieß zur genauen Bestimmung der gegenseitigen Proportionen als völlig hinreichend betrachtet werden.

20) Der rothe Bodensatz von 5 Unz. 3 Dr. Pfortaderblut, aus dem 15ten Versuche, 19 Dr. und 40 Gr. an Gewicht, wurde mit Wasser ausgewaschen und hinterließ 45 Gr. feuchte Fibrine. Das Wasser, was den Farbstoff und das Serum des Bodensatzes gelöst enthielt, wurde eingetrocknet und gab 5 Dr. 20 Gr. trocknen Rück-

stand von schmutzig brauner Farbe. In diesem waren nun außer dem Farbstoffe noch die festen Theile von ungefähr 19 Dr. flüssigen Serums, worin der Cruor aufgeschwemmt war, enthalten. In dem Verhältnisse von 8,16 Proc., welche nach dem 15ten Versuche dieses Serum an festen Theilen enthielt, waren also darin noch 1 Dr. 31 Gr. feste Serumbestandtheile, welche von den 5 Drachmen 20 Gran ganzen Rückstand abgezogen werden müssen, so daß also an reinem Cruor übrig bleiben: 3 Dr. 49 Gr., welches für 5 Unz. 3 Dr. Pfortaderblut, also 8,74 Proc. reinen Cruor gibt.

21) Der rothe Bodensatz von 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut eines mit Hafer gefütterten Pferdes, aus dem 16ten Versuche, an Gewicht 6 Unz. 1 Dr. 21 Gr., wurde mit Wasser in einem leinenen Lappen ausgewaschen, und hinterließ 58 Gr. feuchte Fibrine. Das eingetrocknete Aussüßwasser, welches den Cruor gelöst enthielt, gab 13 Dr. 10 Gr. trocknen Rückstand von schmutzig brauner Farbe. Dieser enthielt außer dem Farbstoff noch die festen Theile von ungefähr 6 Unz. 23 Gr. Serum, worin der Cruor vor dem Auswaschen aufgeschwemmt war, welche nach dem in dem 16ten Exper. angegebenen Verhältnisse von 9,67 Proc. 4 Dr. 42 Gr. betrugen, so daß an reinem Cruor nur 8 Dr. 28 Gr. für 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut übrig blieben. Dieß beträgt 10,53 Proc.

22) Von demselben Pferde, von welchem das im 21sten Exp. erwähnte Pfortaderblut gesammelt war, ließ ich auch zu vergleichender Untersuchung Arterien- und Venenblut auffangen.

a) 5 Unzen Blutkuchen (von 5 Unz. 4¾ Dr. Arterienblut nach der Absonderung von 4¾ Dr. Serum) wurden mit Wasser ausgeknetet und ausgewaschen und hinterließen 2 Dr. 45 Gr. feuchte Fibrine. Das rothe Aussüßwasser, welches den Cruor gelöst enthielt, hinterließ nach dem Abdampfen im Wasserbade 6 Dr. trocknen Rückstand von rein hellrother Farbe. In diesem waren außer dem Farbstoffe noch die festen Theile von 4 Unz. 5 Dr. 15 Gr. Serum aus der plastischen Lymphe des Kuchens. Nach dem im 17ten Exper. angegebenen Verhältniß enthielt dieses Serum 7,96 Proc. feste Theile, was für die angegebene Quantität 3 Dr. 55 Gr. beträgt, welche von dem ganzen farbigen Rückstand abgezogen werden müssen; so daß nur ein Gehalt von 2 Dr. 5 Gr. reiner Cruor übrig bleibt. Dieß beträgt auf 5 Unzen 4¾ Drachmen Blut 4,65 Proc. Cruor.

b) 5 Unzen Kuchen von 5 Unz. 6½ Dr. Venenblut nach der Absonderung von 6½ Dr. Serum wurden ausgeknetet und mit Wasser ausgewaschen. Sie hinterließen 3 Dr. 15 Gr. feuchte Fibrine. Das rothe Wasser wurde eingetrocknet und hinterließ 7 Dr. 35 Gr. trocknen Rückstand von dunkelrother Farbe. Dieser enthält noch die festen Bestandtheile von 4 Unz. 4 Dr. 45 Gr. Serum, welche in dem Verhältnisse von 9,86 Procent, wie im 17ten Exper. erwähnt worden, 3 Dr. 8 Gr. betrugen. Diese von dem ganzen Rückstand von 7 Dr. 35 Gr. abgezogen, gaben an reinem Cruor 4 Dr. 27 Gr. Dieß beträgt für die obige Blutmenge 9,21 Proc.

23) 23 Unzen ganz auf dieselbe in den vorigen Versuchen beschriebene Art behandeltes Venenblut eines magern Pferdes, das 24 Stunden vor dem Tode gut mit Hafer gefüttert worden, zeigte einen Fibrinegehalt von 1,2 Pcoc., einen Eiweißgehalt von 11,45 Proc., und nur einen Farbstoffgehalt von 6,95 Proc.

24) Dagegen zeigte eine ebenso behandelte Arterien-Blutmenge von 24 Unzen von einem Pferde, dem bei Entblößung der arteria carotis vor dem Blutlassen zufällig der Nerv. vagus durchschnitten wurde, so daß es ängstlich athmete und das ausfließende Blut auch nicht recht hellroth war, einen Eiweißgehalt des Serums von 11,11 Proc. und einen reinen Farbstoffgehalt von 10,21 Proc. Es ist merkwürdig, daß also bei der vermehrten Blutbereitung durch gute Fütterung der Fibrine- und Eiweißgehalt des Plasma so plötzlich zunehmen, während der Farbstoffgehalt im Venenblute, wie der 23ste Versuch zeigt, abzunehmen scheint, und daß hinwiederum bei gestörter Respiration fast augenblicklich der Cruorgehalt im Arterienblute mit der dunklern Färbung des Bluts zunimmt, während der Eiweißgehalt des Serums aus dem Plasma sich wenig ändert.

Der reine Cruorgehalt des Pfortaderbluts betrug

nach dem 20sten Exp.	.	8,74 Proc.	bei	8,16 Proc.	Eiweiß
— — 21sten —	.	10,53	— —	9,67	— —
Im Mittel	.	9,63	— —	8,91	— —

Der Cruorgehalt des Arterienbluts betrug

nach dem Exp. 22 a		4,65 Proc.	bei	7,96 Proc.	Eiweißgehalt
— — 24sten Exp.		10,21	— —	11,11	— —
Im Mittel	.	7,43	— —	9,53	— —

stand von schmutzig brauner Farbe. In diesem waren nun außer dem Farbstoffe noch die festen Theile von ungefähr 19 Dr. flüssigen Serums, worin der Cruor aufgeschwemmt war, enthalten. In dem Verhältnisse von 8,16 Proc., welche nach dem 15ten Versuche dieses Serum an festen Theilen enthielt, waren also darin noch 1 Dr. 31 Gr. feste Serumbestandtheile, welche von den 5 Drachmen 20 Gran ganzen Rückstand abgezogen werden müssen, so daß also an reinem Cruor übrig bleiben: 3 Dr. 49 Gr., welches für 5 Unz. 3 Dr. Pfortaderblut, also 8,74 Proc. reinen Cruor gibt.

21) Der rothe Bodensatz von 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut eines mit Hafer gefütterten Pferdes, aus dem 16ten Versuche, an Gewicht 6 Unz. 1 Dr. 21 Gr., wurde mit Wasser in einem leinenen Lappen ausgewaschen, und hinterließ 58 Gr. feuchte Fibrine. Das eingetrocknete Aussüßwasser, welches den Cruor gelöst enthielt, gab 13 Dr. 10 Gr. trocknen Rückstand von schmutzig brauner Farbe. Dieser enthielt außer dem Farbstoff noch die festen Theile von ungefähr 6 Unz. 23 Gr. Serum, worin der Cruor vor dem Auswaschen aufgeschwemmt war, welche nach dem in dem 16ten Exper. angegebenen Verhältnisse von 9,67 Proc. 4 Dr. 42 Gr. betrugen, so daß an reinem Cruor nur 8 Dr. 28 Gr. für 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut übrig blieben. Dieß beträgt 10,53 Proc.

22) Von demselben Pferde, von welchem das im 21sten Exp. erwähnte Pfortaderblut gesammelt war, ließ ich auch zu vergleichender Untersuchung Arterien- und Venenblut auffangen.

a) 5 Unzen Blutkuchen (von 5 Unz. 4¾ Dr. Arterienblut nach der Absonderung von 4¾ Dr. Serum) wurden mit Wasser ausgeknetet und ausgewaschen und hinterließen 2 Dr. 45 Gr. feuchte Fibrine. Das rothe Aussüßwasser, welches den Cruor gelöst enthielt, hinterließ nach dem Abdampfen im Wasserbade 6 Dr. trocknen Rückstand von rein hellrother Farbe. In diesem waren außer dem Farbstoffe noch die festen Theile von 4 Unz. 5 Dr. 15 Gr. Serum aus der plastischen Lymphe des Kuchens. Nach dem im 17ten Exper. angegebenen Verhältniß enthielt dieses Serum 7,96 Proc. feste Theile, was für die angegebene Quantität 3 Dr. 55 Gr. beträgt, welche von dem ganzen farbigen Rückstand abgezogen werden müssen; so daß nur ein Gehalt von 2 Dr. 5 Gr. reiner Cruor übrig bleibt. Dieß beträgt auf 5 Unzen 4¾ Drachmen Blut 4,65 Proc. Cruor.

b) 5 Unzen Kuchen von 5 Unz. 6½ Dr. Venenblut nach der Absonderung von 6½ Dr. Serum wurden ausgeknetet und mit Wasser ausgewaschen. Sie hinterließen 3 Dr. 15 Gr. feuchte Fibrine. Das rothe Wasser wurde eingetrocknet und hinterließ 7 Dr. 35 Gr. trocknen Rückstand von dunkelrother Farbe. Dieser enthält noch die festen Bestandtheile von 4 Unz. 4 Dr. 45 Gr. Serum, welche in dem Verhältnisse von 9,86 Procent, wie im 17ten Exper. erwähnt worden, 3 Dr. 8 Gr. betrugen. Diese von dem ganzen Rückstand von 7 Dr. 35 Gr. abgezogen, gaben an reinem Cruor 4 Dr. 27 Gr. Dieß beträgt für die obige Blutmenge 9,21 Proc.

23) 23 Unzen ganz auf dieselbe in den vorigen Versuchen beschriebene Art behandeltes Venenblut eines magern Pferdes, das 24 Stunden vor dem Tode gut mit Hafer gefüttert worden, zeigte einen Fibrinegehalt von 1,2 Pcoc., einen Eiweißgehalt von 11,45 Proc., und nur einen Farbstoffgehalt von 6,95 Proc.

24) Dagegen zeigte eine ebenso behandelte Arterien-Blutmenge von 24 Unzen von einem Pferde, dem bei Entblößung der arteria carotis vor dem Blutlassen zufällig der Nerv. vagus durchschnitten wurde, so daß es ängstlich athmete und das ausfließende Blut auch nicht recht hellroth war, einen Eiweißgehalt des Serums von 11,11 Proc. und einen reinen Farbstoffgehalt von 10,21 Proc. Es ist merkwürdig, daß also bei der vermehrten Blutbereitung durch gute Fütterung der Fibrine- und Eiweißgehalt des Plasma so plötzlich zunehmen, während der Farbstoffgehalt im Venenblute, wie der 23ste Versuch zeigt, abzunehmen scheint, und daß hinwiederum bei gestörter Respiration fast augenblicklich der Cruorgehalt im Arterienblute mit der dunklern Färbung des Bluts zunimmt, während der Eiweißgehalt des Serums aus dem Plasma sich wenig ändert.

Der reine Cruorgehalt des Pfortaderbluts betrug						
nach dem 20sten Exp.	.	8,74	Proc. bei	8,16	Proc.	Eiweiß
— — 21sten —	.	10,53	— —	9,67	—	—
Im Mittel	.	9,63	— —	8,91	—	—

Der Cruorgehalt des Arterienbluts betrug						
nach dem Exp. 22 a		4,65	Proc. bei	7,96	Proc.	Eiweißgehalt
— — 24sten Exp.		10,21	— —	11,11	—	—
Im Mittel	.	7,43	— —	9,53	—	—

Der Cruorgehalt des Venenbluts betrug

nach dem Exp. 22 b	.	9,21 Proc.	bei	9,86 Proc.	Eiweißgehalt
— — 23sten Exp.		6,95 —	—	11,45 —	—
Im Mittel	.	8,08 —	—	10,65 —	—

Das Pfortaderblut enthält also verhältnißmäßig mehr Cruor und weniger Eiweiß. Dagegen enthält das Arterien- und auch das Venenblut constant verhältnißmäßig mehr Eiweiß und weniger Cruor. Dieß ist übereinstimmend mit den oben erzählten Erscheinungen bei der Gerinnung, wobei im Pfortaderblute die mit der dicken Cruorhülle umgebenen Blutbläschen sich weit leichter senken als im Venenblute.

Fettgehalt überhaupt.

§. 70.

Der Fettgehalt des Pfortaderbluts hat ein vorzügliches Interesse, weil daraus die Beziehung desselben auf die fett- und kohlenstoffhaltige Gallensecretion deutlich werden könnte.

25) 7 Dr. und 32 Gr. trockner Rückstand von 5 Unz. 3 Dr. schwarzen Pfortaderbluts eines nüchternen Pferdes wurden fein gepülvert und 48 Stunden lang bei 15 — 20° R. mit Schwefeläther digerirt. Der Schwefeläther färbte sich davon ein wenig gelblich. Das Filtrat wurde überdestillirt und das zurückgebliebene Fett, welches sich durch eine schwarzbraune Farbe auszeichnete, auf einer sehr feinen und genauen Wage gewogen. Es waren 9,57 Gran. Dieß macht 2,11 Proc. des trockenen Rückstandes. Dieses Fett schmeckte ekelhaft, fade, hinterher etwas bitter.

26) 2 Unz. 6 Dr. Pfortaderblut eines nüchternen Pferdes wurden eingetrocknet und gaben 3 Dr. 44 Gr. trockenen Rückstand. Dieser wie im vorigen Versuche mit Aether behandelt, färbte den Aether ebenfalls gelb. Nach dem Abdestilliren des Aethers blieben 4,48 Gr. Fett von weicher Consistenz, nicht merklich krystallinisch und von brauner Farbe. Dieß beträgt für die festen Theile 2 Proc.

27) 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut von einem Pferde, das 24 Stunden vor dem Tode gut mit Hafer gefüttert worden, wurden eingetrocknet und gaben 16 Dr. 20 Gr. trockenen Rückstand, 8 Dr. und 10 Gr. davon wurden mit Aether extrahirt und gaben 6 Gran schmieriges Fett von brauner Farbe, welches für die festen Theile 1,22 Proc. gibt.

28) 2 Unz. 2 Dr. Pfortaderblut von einem nüchternen Pferde wurden eingetrocknet und gaben 3 Dr. trockenen Rückstand. Diese mit Aether extrahirt gaben 2,4 Gr. braunes Fett, d. i. 1,33 Proc.

29) 5 Unz. $4^3/_4$ Dr. Arterienblut von demselben im 25sten Versuch erwähnten Pferde wurden eingetrocknet und gaben 6 Dr. 58 Gr. trockenen Rückstand. Dieser wurde wie im vorigen Versuche mit Aether extrahirt, der Aether färbte sich davon nicht im mindesten. Nach dem Abdestilliren blieben 4,35 Gr. Fett zurück, d. i. 1,04 Proc. Das Fett hatte eine ganz weiße Farbe und war krystallinisch, fest.

30) 5 Unz. $6^1/_2$ Dr. Venenblut von dem im 25sten Versuch erwähnten Pferde wurden eingetrocknet und hinterließen 8 Drachmen 39 Gran feste Theile. Diese mit Aether digerirt, färbten den Aether ebenfalls nicht im mindesten, und nach dem Abdestilliren des Filtrats blieben 5,05 Gr. braunes schmieriges Fett zurück. Dieses beträgt 0,97 Proc. der festen Theile.

31) $3^1/_2$ Unzen Arterienblut wurden eingetrocknet und hinterließen 5 Dr. 20 Gr. Rückstand. Dieser mit Aether extrahirt, wie in den vorigen Versuchen, gab 2,4 Gr. weißes krystallinisches Fett. Es beträgt 0,8 Proc. der festen Theile.

32) 6 Dr. von dem trockenen Rückstande des im 14ten Versuch erwähnten Venenbluts wurden mit Aether extrahirt, der sich nicht davon färbte. Er hinterließ nach dem Abdestilliren $2^1/_2$ Gr. oder 0,69 Proc. der festen Theile an weißem Fett.

Die festen Theile des Pfortaderbluts zeigten einen Fettgehalt

im 25sten Versuch	.	2,11 Proc.
— 26sten —	.	2,0 —
— 27sten —	.	1,22 —
— 28sten —	.	1,33 —
Im Mittel	.	1,66 —

Die festen Theile des Arterienbluts hatten einen Fettgehalt

im 29sten Versuch	.	1,04 Proc.
— 31sten —	.	0,8 —
Mittel	.	0,92 —

Die festen Theile des Venenbluts enthielten an Fett

im 30sten Versuch	.	0,97 Proc.
— 32sten —	.	0,69 —
Mittel	.	0,83 —

Der Cruorgehalt des Venenbluts betrug

nach dem Exp. 22 b	.	9,21 Proc.	bei	9,86 Proc.	Eiweißgehalt
— — 23sten Exp.		6,95 —	—	11,45 —	—
Im Mittel	.	8,08 —	—	10,65 —	—

Das Pfortaderblut enthält also verhältnißmäßig mehr Cruor und weniger Eiweiß. Dagegen enthält das Arterien- und auch das Venenblut constant verhältnißmäßig mehr Eiweiß und weniger Cruor. Dieß ist übereinstimmend mit den oben erzählten Erscheinungen bei der Gerinnung, wobei im Pfortaderblute die mit der dicken Cruorhülle umgebenen Blutbläschen sich weit leichter senken, als im Venenblute.

Fettgehalt überhaupt.

§. 70.

Der Fettgehalt des Pfortaderbluts hat ein vorzügliches Interesse, weil daraus die Beziehung desselben auf die fett- und kohlenstoffhaltige Gallensecretion deutlich werden könnte.

25) 7 Dr. und 32 Gr. trockner Rückstand von 5 Unz. 3 Dr. schwarzen Pfortaderbluts eines nüchternen Pferdes wurden fein gepülvert und 48 Stunden lang bei 15 — 20° R. mit Schwefeläther digerirt. Der Schwefeläther färbte sich davon ein wenig gelblich. Das Filtrat wurde überdestillirt und das zurückgebliebene Fett, welches sich durch eine schwarzbraune Farbe auszeichnete, auf einer sehr feinen und genauen Wage gewogen. Es waren 9,57 Gran. Dieß macht 2,11 Proc. des trockenen Rückstandes. Dieses Fett schmeckte ekelhaft, fade, hinterher etwas bitter.

26) 2 Unz. 6 Dr. Pfortaderblut eines nüchternen Pferdes wurden eingetrocknet und gaben 3 Dr. 44 Gr. trockenen Rückstand. Dieser wie im vorigen Versuche mit Aether behandelt, färbte den Aether ebenfalls gelb. Nach dem Abdestilliren des Aethers blieben 4,48 Gr. Fett von weicher Consistenz, nicht merklich krystallinisch und von brauner Farbe. Dieß beträgt für die festen Theile 2 Proc.

27) 10 Unz. 21 Gr. Pfortaderblut von einem Pferde, das 24 Stunden vor dem Tode gut mit Hafer gefüttert worden, wurden eingetrocknet und gaben 16 Dr. 20 Gr. trockenen Rückstand, 8 Dr. und 10 Gr. davon wurden mit Aether extrahirt und gaben 6 Gran schmieriges Fett von brauner Farbe, welches für die festen Theile 1,22 Proc. gibt.

28) 2 Unz. 2 Dr. Pfortaderblut von einem nüchternen Pferde wurden eingetrocknet und gaben 3 Dr. trockenen Rückstand. Diese mit Aether extrahirt gaben 2,4 Gr. braunes Fett, d. i. 1,33 Proc.

29) 5 Unz. 4¾ Dr. Arterienblut von demselben im 25sten Versuch erwähnten Pferde wurden eingetrocknet und gaben 6 Dr. 58 Gr. trockenen Rückstand. Dieser wurde wie im vorigen Versuche mit Aether extrahirt, der Aether färbte sich davon nicht im mindesten. Nach dem Abdestilliren blieben 4,35 Gr. Fett zurück, d. i. 1,04 Proc. Das Fett hatte eine ganz weiße Farbe und war krystallinisch, fest.

30) 5 Unz. 6½ Dr. Venenblut von dem im 25sten Versuch erwähnten Pferde wurden eingetrocknet und hinterließen 8 Drachmen 39 Gran feste Theile. Diese mit Aether digerirt, färbten den Aether ebenfalls nicht im mindesten, und nach dem Abdestilliren des Filtrats blieben 5,05 Gr. braunes schmieriges Fett zurück. Dieses beträgt 0,97 Proc. der festen Theile.

31) 3½ Unzen Arterienblut wurden eingetrocknet und hinterließen 5 Dr. 20 Gr. Rückstand. Dieser mit Aether extrahirt, wie in den vorigen Versuchen, gab 2,4 Gr. weißes krystallinisches Fett. Es beträgt 0,8 Proc. der festen Theile.

32) 6 Dr. von dem trockenen Rückstande des im 14ten Versuch erwähnten Venenbluts wurden mit Aether extrahirt, der sich nicht davon färbte. Er hinterließ nach dem Abdestilliren 2½ Gr. oder 0,69 Proc. der festen Theile an weißem Fett.

Die festen Theile des Pfortaderbluts zeigten einen Fettgehalt

im 25sten Versuch	.	2,11 Proc.
— 26sten —	.	2,0 —
— 27sten —	.	1,22 —
— 28sten —	.	1,33 —
Im Mittel	.	1,66 —

Die festen Theile des Arterienbluts hatten einen Fettgehalt

im 29sten Versuch	.	1,04 Proc.
— 31sten —	.	0,8 —
Mittel	.	0,92 —

Die festen Theile des Venenbluts enthielten an Fett

im 30sten Versuch	.	0,97 Proc.
— 32sten —	.	0,69 —
Mittel	.	0,83 —

Mittel aus Arterien- und Venenblut 0,87 Proc. Die festen Theile des Pfortaderbluts enthalten also ungefähr doppelt so viel Fett als das Arterien- und Venenblut.

Fettgehalt des trocknen Serums.

§. 71.

33) 2 Dr. 2 Gr. trockner Rückstand von den im 15ten Versuch erwähnten 3 Unzen Pfortaderblutserum wurden mit Schwefeläther 48 Stunden lang digerirt. Der Aether färbte sich ein wenig gelblich. Das Filtrat hinterließ nach der Destillation des Aethers 2 Gr. schwarzbraunes, nicht krystallinisches Fett von fester Consistenz. Dieß beträgt 1,63 Proc. für die festen Theile.

34) 3 Dr. trockener Rückstand von den im 16ten Versuch erwähnten 3 Unz. und 7 Dr. Pfortaderblutserum gaben durch Extraction mit Aether nach dem Ueberdestilliren desselben $1\frac{3}{4}$ Gr. schwarzbraunes schmieriges Fett. Dieß beträgt 0,97 Procent der festen Theile.

35) 4 Unz. und ½ Dr. Serum von Venenblut wurde eingetrocknet und gaben nach Vers. 17. 2 Dr. 48 Gr. trocknen Rückstand. Dieser wurde mit Aether extrahirt, welcher nach der Destillation $1\frac{3}{4}$ Gr. Fett von weißer Farbe und krystallinischem Gefüge zurückließ. Dieß beträgt 1,04 Proc. der festen Theile.

36) 2 Dr. 26 Gr. trockener Rückstand von dem im 17ten Versuch erwähnten 23 Dr. Arterienblutserum wurden mit Aether digerirt und gaben nach dem Abziehen des Aethers 1¼ Gr. krystallinisches weißes Fett. Dieß beträgt 1,02 Proc. der festen Theile.

Das trockene Pfortaderblutserum enthielt also

nach dem 33sten Exp.	an Fett	1,63	Proc.
— — 34sten —	— —	0,97	—
Mittel	.	1,3	—

Das Arterienblutserum enthielt

nach dem 36sten Exp. 1,02 Proc. Fett.

Das Venenblutserum

nach dem 35sten Exp.	1,04	—	—
Mittel	1,03	—	—

also weniger als im Pfortaderblut 0,27 Proc.

Fettgehalt des Cruors.

§. 72.

37) 5 Dr. und 20 Gr. noch mit Eiweiß gemengter eingetrockneter Cruor von dem im 20sten Versuch erwähnten Pfortaderblute wurden wie in den vorigen Versuchen 48 Stunden mit Aether digerirt, welcher nach der Filtration und Destillation 6½ Gr. schwarzbraunes schmieriges Fett zurückließ. Dieß beträgt 2,03 Proc. der festen Theile.

38) 6 Dr. 35 Gr. trockner eiweißhaltiger Cruor (die Hälfte von dem im 21sten Versuch erhaltenen ganzen Rückstand) vom Pfortaderblut eines mit Hafer gefütterten Pferdes, dessen Blut nach den oben erzählten Versuchen überhaupt an Eiweißgehalt sehr zugenommen hatte, wurden mit Aether behandelt und gaben auf die angeführte Weise 4½ Gran Fett von brauner Farbe. Dieß beträgt für die festen Theile 1,14 Proc.

39) 3 Dr. 40 Gr. eiweißhaltiger trockner Cruor von 2 Unz. 6 Dr. eingetrocknetem geschlagenem, also bloß von Fibrine befreitem Pfortaderblute gaben mit Aether behandelt 4 Gran braunes Fett, d. i. 1,81 Proc.

40) 7 Dr. 35 Gr. eiweißhaltiger trockner Cruor von dem unter Versuch 22 b erwähnten Venenblute desselben Pferdes, von dem das im 37sten Versuch erwähnte Pfortaderblut genommen, gab durch Behandlung mit Schwefeläther auf die angezeigte Art 4 Gr. weißes, krystallinisches Fett, was 0,87 Proc. der festen Theile beträgt.

41) 6 Dr. eiweißhaltiger Cruor von dem unter Versuch 21 a erwähnten Arterienblut aus ebendemselben Pferde, wovon das Pfortaderblut des 37sten Vers. genommen worden war, hinterließen nach der Extraction mit Schwefeläther 3½ Gran weißes krystallinisches Fett. Dieß beträgt 0,96 Proc. der festen Theile.

42) 5 Dr. 20 Gr. eiweißhaltiger trockner Cruor von Arterienblut, durch Auswaschen des Blutkuchens und Eintrocknen erhalten, gaben durch Behandlung mit Schwefeläther 2,4 Gran Fett. Dieß gibt 0,8 Proc. der festen Theile. Das Fett war weiß, krystallinisch.

43) 6 Dr. eiweißhaltiger Cruor, den ich durch Auswaschen des Kuchens von Venenblut und nachheriges Eintrocknen erhielt, gaben durch Behandlung mit Schwefeläther 2½ Gr. weißes krystallinisches Fett. Dieß macht für die festen Theile 0,69 Proc.

Der eiweißhaltige Cruor von Pfortaderblut enthält also
nach dem 37sten Vers. 2,03 Proc. Fett
— — 38sten — 1,14 — —
— — 39sten — 1,81 — —
Im Mittel 1,99 — —

Der eiweißhaltige Cruor von Arterienblut enthält
nach dem 41sten Vers. 0,96 Proc. Fett
— — 42sten — 0,8 — —
Mittel . 0,88 — —
also weniger als im Pfortaderblut 1,11 Proc.

Der eiweißhaltige Cruor von Venenblut enthält
nach dem 40sten Exp. 0,87 Proc. Fett
— — 43sten — 0,69 — —
Mittel . 0,78 — —
also weniger als im Pfortaderblut 1,21 Proc.

Fettgehalt der trocknen Fibrine.

§. 73.

44) Da ich nach den eben erzählten Versuchen aus den kleinen Mengen von 5 — 10 Unz. Pfortaderblut jedesmal nur wenige Grane (höchstens bis 10 Gr.) trockne Fibrine von Pfortaderblut erhielt, so gestatteten mir diese geringen Portionen nicht, jede einzeln auf den Fettgehalt zu untersuchen. Ich sammelte mir also von verschiedenen Portionen Pfortaderblut die erhaltene trockne Fibrine und vermengte sie. 28 Gran von der so gesammelten Fibrine digerirte ich wie in den obigen Versuchen mit Aether. Der Aether färbte sich davon stärker dunkelgelb, als bei irgend einem der Experimente mit dem Cruor. Nach dem Ueberdestilliren des Aethers blieben genau 3 Gr. Fett zurück. Dieß beträgt für die 28 Gr. trockner Fibrine 10,70 Proc. Das Fett war von derselben braunen Farbe und schmierigen Consistenz, wie aus dem Cruor und Eiweiß des Pfortaderbluts.

45) 3 Dr. 25 Gr. trockne Fibrine, welche ich durch Auskneten der reinen farblosen plastischen Lymphe von Arterienblut nach dem Senken der Blutbläschen in einem verschlossenen Gefäß erhalten hatte, wurden mit Aether digerirt. Dieser hinterließ nach dem Ueberdestilliren 4,8 Gr. Fett von schon weißer Farbe und krystallinischem Gefüge. Dieß beträgt 2,34 Proc. der festen Theile.

Fettgehalt der Fibrine im Pfortaderblut	10,70	Proc.
— — — — Arterienblut	2,34	—
Differenz .	8,36	—

Fettgehalt im Chylusserum (vergleichend).

§. 74.

46) Von demselben mit Hafer gefütterten Pferde, von dem ich das im 16ten und 34sten Versuch erwähnte Pfortaderblut genommen hatte, sammelte ich eine Portion Chylus aus dem Milchbrustgange. Die zuerst ausfließende Portion war trübe, röthlich, die später nachfolgenden durch Druck auf die Milchgefäße des Gekröses erhaltenen waren grauweiß, ganz milchig, trübe, färbten sich auch an der Luft nicht roth. Beide Portionen setzten aber ein ganz milchiges Serum ab. Bei nüchternen oder nur mit Heu gefütterten Pferden ist der Chylus nicht trübe, sondern durchscheinend stärker roth, und bildet auch bei der Gerinnung ganz klares Serum. Ich hatte das Pferd stark mit Hafer füttern lassen, um zu sehen, ob auch das Pfortaderblut ein milchiges Serum enthalten würde, diesem war aber nicht so. Nach dem im 16ten Versuch Erzählten war das Pfortaderblutserum vollkommen klar, wie bei nüchternen Pferden. Ich trocknete von dem milchigen Chylusserum 2 Unz. 2 Dr. ein. Sie gaben 1 Dr. 48 Gr., d. i. 10 Proc. trocknen Rückstand. Dieser wurde mit Aether digerirt und gab so behandelt 16⅔ Gran Fett. Dieß beträgt 15,43 Proc. Dieses Fett unterscheidet sich in seinen Eigenschaften sowohl von dem Fette des Pfortaderbluts, als von dem des Arterien- und Venenbluts. Es ist zu 2 Drittheilen flüssig, wie Baumöl, und von ganz weißer Farbe. Zu einem Drittheil ist es talgartig krystallinisch und gleicht in Farbe dem Fett aus dem Arterien- und Venenblute.

Resultat über das Pfortaderblut.

§. 75.

Wir können nun die Eigenschaften des Pfortaderbluts, wodurch es sich von dem Arterien- und Venenblut unterscheidet, folgendermaßen zusammenfassen:

1) Pfortaderblut ist im Ganzen schwärzer, als Venenblut, wenn gleich der Unterschied nicht immer merklich in die Augen fällt. Das ganz schwarze Pfortaderblut wird durch Neutralsalze

gar nicht, auch nicht an der Luft, und wenig durch Sauerstoffgas geröthet.

2) Pfortaderblut gerinnt entweder gar nicht, oder wenn es gerinnt, doch nicht so fest als Venenblut. Im letzteren Fall zerfließt das Gerinnsel nach 12 — 24 Stunden ganz oder theilweise wieder, und bildet ebenso wie das gar nicht gerinnende Pfortaderblut einen schwarzen Bodensatz, über dem sich klares Serum ansammelt.

3) Pfortaderblut enthält im Durchschnitt an Fibrine im feuchten Zustande 5,23 Proc., im trockenen Zustande 0,74 Proc. weniger als Arterien- und Venenblut. Durch Schlagen gewinnt man aus Pfortaderblut 1,9 Procent feuchte Fibrine und 0,42 Procent trockne Fibrine weniger, als aus Arterien- und Venenblut.

4) Das flüssige Pfortaderblut enthält im Durchschnitt etwas weniger 0,18 — 0,3 Proc. an festen Theilen überhaupt als Arterien- und Venenblut.

5) Das Serum des Pfortaderbluts enthält im Durchschnitt 1,58 Proc. weniger feste Bestandtheile, als das Serum von Arterienblut und 0,80 Proc. weniger als vom Venenblut. Das trockne Serum des Pfortaderbluts ist aschgrau, das des Venenbluts gelbgrün, das des Arterienbluts gelb.

6) Das Pfortaderblut enthält verhältnißmäßig mehr Cruor und weniger Eiweiß. Beim Arterien- und Venenblut ist es umgekehrt. Der trockne Cruor des Pfortaderbluts ist schmutzig graubraun, der des Venenbluts dunkelroth, des Arterienbluts hellroth.

7) Pfortaderblut enthält in den festen Theilen überhaupt beinahe doppelt so viel Fett (1,66 Proc., während im Arterienblut nur 0,92 Proc. und im Venenblut 0,83 Proc. gefunden werden), als Arterien- und Venenblut.

8) Das trockne Serum des Pfortaderbluts enthält nur 0,27 Proc. mehr an Fett, als das Fett im trocknen Serum des Arterien- und Venenbluts beträgt.

9) Der eiweißhaltige Cruor des Pfortaderbluts enthält im trocknen Zustande 1,11 Proc. Fett mehr, als der des Arterienbluts, und 1,21 Proc. mehr, als der Cruor des Venenbluts.

10) Am größten ist die Differenz in der Fibrine. Die trockne Fibrine des Pfortaderbluts enthält 10,70 Proc. Fett, die trockne

Fibrine des Arterienbluts 2,34 Proc., so daß also 8,36 Proc. mehr in der Fibrine des Pfortaderbluts enthalten sind.

11) Das Fett des Pfortaderbluts ist schwarzbraun schmierig, das Fett des Arterien- und Venenbluts ist weiß oder weißgelb, krystallinisch. Das Fett des Chylus ist weiß und zu $^2/_3$ flüssig, zu $^1/_3$ krystallinisch.

Specifische Verschiedenheiten des Bluts in verschiedenen Lebenszuständen und Individuen.

§. 76.

Im Fötus ist nach Lavagna das Nabelarterienblut unvollkommener gerinnend, gibt nur wenige dünne Fäden Faserstoff. Das Nabelvenenblut hingegen gerinnt fester, gibt etwas mehr, aber sulzigen, weniger festen Faserstoff als Arterienblut (Meckels Archiv 4, 154). Nach Fourcroy (Annal. de Chimie VIII, 162) enthält das Blut der Embryonen keine phosphorsauren Salze, gibt weichen Blutkuchen, enthält wenig sich an der Luft röthenden Cruor. Da das Blut die Fähigkeit hat, an der Luft röther zu werden, so scheint es nur durch Mangel an respirabler Luft in dem mehr venösen Zustand erhalten zu werden, weil wahrscheinlich arterielles Blut eines Erwachsenen in den Gefäßen eines Kindes dieses durch Uebereizung tödten würde.

Das Blut der Schwangern zeichnet sich durch starke Lebenserregung im Plasma aus, daher es später an der Luft gerinnt, als gewöhnliches Blut, und leicht eine Speckhaut bildet. In der Menstruation soll nach Lecanu das Blut des Weibes an Blutkuchen wenig verlieren.

Interessant sind die Mittheilungen von Lecanu und Denis über das Blut der Geschlechter und Temperamente (Transact. méd. 1831, Oct. p. 94 sq.). Das Blut des Weibes enthält mehr Wasser. Die Menge variirt überhaupt nach Lecanu in 1000 Theilen zwischen 778,625 — 853,135; ist also im Mittel 815,880. Beim Weib ist die Variation zwischen 790,394 — 853,135. Beim Mann ist die Variation zwischen 778,625 — 805,263. Nach Denis verhalten sich die Mittel der Variationen beim Weibe zu denen des Mannes wie 787 : 767. Die Eiweißmenge zeigt keinen festen Unterschied bei beiden. Das Blut der Männer zeigt nach Lecanu in 1000 Theilen ungefähr 32,983

mehr feste Theile, als beim Weibe. Die Blutkuchenmenge variirt bei Männern zwischen 115,850—148,450; bei Weibern zwischen 68,349—129,990,

In Betracht der Temperamente zeigt sich nach Lecanu im Blute der Sanguinischen weniger Wasser, als bei Phlegmatischen. Bei sanguinischen Weibern fand sich im Mittel 793,007 Wasser; bei phlegmatischen Weibern im Mittel aus fünf Beobachtungen 803,710. Bei sanguinischen Männern zeigte sich im Mittel an Wasser 786,584, bei phlegmatischen Männern 800,566, so daß bei den Weibern die Differenz 10,705, bei den Männern 13,982 beträgt.

An festen Theilen enthielt der Blutkuchen bei sanguinischen Weibern im Mittel aus fünf Beobachtungen 126,174; bei phlegmatischen Weibern im Mittel 117,300. Bei sanguinischen Männern waren an festen Theilen zwischen 121,540 — 148,450, bei phlegmatischen Männern zwischen 115,850 — 117,484.

Nach dem Alter zeigte sich zwischen dem 20 — 60 Jahre keine Verschiedenheit des Eiweißgehalts der festen Theile im Blutkuchen.

Das Blut der winterschlafenden Säugethiere ist nach Saissy im wachenden Zustande dieser Thiere ungefähr eben so warm, als das des Menschen, sinkt aber im Winterschlaf bis auf einige Grade über Null. Schon im wachenden Zustande zeigte es weniger Faserstoff, als das Blut verwandter, nicht winterschlafender Thiere; diesen schien es im Winterschlafe ganz zu verlieren, daher es auch nicht gerann (Reils Archiv 12, 355). Doch gerinnt nach Sulzer das Blut der Winterschläfer allerdings, aber langsam, und der Kuchen wird nicht ganz fest, das Serum ist zinnoberfarbig, was also eine Auflösung des Farbstoffs der Blutbläschen andeutet. Nach Tiedemann enthält es verhältnißmäßig viel Serum und weniger feste Theile.

§. 77.

Die Veränderungen des Bluts in Krankheiten beziehen sich vorzüglich auf das Plasma und seine Producte bei der Gerinnung: den Faserstoff und das Serum, wobei die Blutbläschen qualitativ nicht merklich verändert erscheinen und höchstens ein verändertes Mengenverhältniß zeigen. Das Blut erstarrt

fester und bildet einen dichteren Kuchen in entzündlichen Fiebern und Rheumatismen (Haller, el. phys. II, 17). Bei typhösen Entzündungen, Ohnmachten, Nervenfiebern und Faulfiebern bleibt der Blutkuchen weich, gallertartig. Der Faserstoffgehalt ist in Entzündungen nach Davy und König (experimenta quaedam circa sanguinis inflammatorii et sani qualitatem diversam. Bonn. 1824, 4) vermehrt; im Skorbut nach Parmentier und Deyeux, bei Hirnerschütterungen nach Brande (Meckels Archiv 1828, S. 337) vermindert. Das Serum zeigt in manchen Krankheiten, ähnlich wie bei den winterschlafenden Thieren, die Eigenschaft, den Farbstoff der Bläschen mehr oder weniger aufzulösen, und sich davon roth zu färben, wie beim Skorbut, dem Faulfieber, dem gelben Fieber, auch in der Ohnmacht nach Gendrin (Hist. anat. des inflammations, Paris 1826, II, 445). Auch das Serum von Kaninchen, und überhaupt von jungen Thieren, soll nach Fourcroy immer roth seyn (Reils Archiv 1, 95). Dieß scheint nicht, wie Wedemeyer (l. c. p. 250) glaubt, von der Verminderung des Eiweißgehalts im Serum herzurühren, denn der Eiweißgehalt ändert die Fähigkeit des Serums, den Farbstoff aufzulösen, nicht, wogegen ein verminderter Salzgehalt die Auflösung begünstigt. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, da Stevens (Medico-chirurgical review by J. Johnson, T. XXV. p. 217) in dem Serum bei gelbem Fieber vorzüglich nur einen Mangel an Salzen im Serum fand, daß dieser die Ursache der Auflösung des Farbstoffs ist. Andrews fand den Salzgehalt im Cholerablut eben so groß, als im gesunden Blute (Edinb. philos. Mag. I, 295). Die Veränderungen des Bluts in der Cholera scheinen bloß einen höheren Grad der unvollkommenen Gerinnung und Faserstoffbildung und der Auflösung des Farbstoffs im Serum, wie sich dieß beim gelben Fieber zeigt, zu seyn. Die ganze Blutmasse erscheint zwar beim ersten Anblicke theerartig, aber man unterscheidet darin doch zwei Theile: einen flüssigen und einen halbgeronnenen, grumösen, kleine Klumpen bildenden, die doch beide gleich gefärbt sind (Phöbus Leichenbefund bei der orient. Cholera S. 25); der grumöse Theil scheint der zerfallene Kuchen, der flüssige Theil dem Serum zu vergleichen, das nur eine unverhältnißmäßig große Menge von Farbstoff aus den Bläschen aufgelöst hat. Auch Andrews fand, daß Cholerablut entweder

gar nicht oder nur unvollkommen coagulirte, so daß der Kuchen viel Serum eingeschlossen enthielt. Der Faserstoffgehalt war 0,24 — 0,30 Proc. (Edinb. phil. Mag. 1832. Geigers Annal. der Pharmacie V, 2, S. 210). Der Wassergehalt des Serums vom Cholerablut ist nach Andrews vermindert, der Eiweißgehalt vermehrt. Der Farbstoffgehalt betrug 11,6 — 13,38 Proc.; durch den größern Farbstoff und geringern Faserstoffgehalt kommt das Cholerablut mit dem Pfortaderblut überein. Im Fieber soll nach Tackerah (l. c. p. 117) der Salzgehalt des Serums oft vermehrt seyn; dagegen ist er nach Reid Clanny im Typhus vermindert (Archives générales de Médecine, T. XVIII, p. 290). Die Menge des Serums ist im Typhus nach Clanny, im gelben Fieber nach Stevens vermehrt, die festen Theile vermindert. Das Serum ist bei Entzündungen klebriger nach Gendrin (l. c. p. 442), und specifisch schwerer, besonders im acuten Rheumatismus, nach Marcet (Tackerah, inquiry into the property of the blood, p. 117), und enthält nach Trail doppelt so viel Eiweißstoff, als im gesunden Zustande. Im Skorbut ist das Serum aber nach Parmentier und Deyeux ärmer an Eiweiß, so daß es auch in der Hitze weniger coagulirt.

Das Blut der Harnruhrkranken enthält wenig Fibrine nach Nicolas und Guedeville, und nur eine geringe Menge von phosphorsauren Salzen (Hünefeld physiol. Chemie II, 225). Henry und Soutteiran fanden darin nur $^3/_4$ von dem Eiweißstoffe, den es gewöhnlich enthält (Jahresbericht über die Fortschritte der phys. Wissenschaften v. Berzelius 7, 296).

Ist die Respiration gehemmt, so findet sich zuweilen beim Typhus und gelben Fieber rothes Blut in den Venen nach Schübler (Gilb. Annal. der Physik 39, 325), was sich auch nach wiederholten starken Aderlässen und starken Blutverlusten zeigt, wo die Venen das Blut unverändert, arteriell, aus dem peripherischen System absorbiren (Haller, elem. phys. II, p. 10, Bichat allgem. Anatomie, übers. v. Pfaff I, 2 Abth. 266).

Zweiter Theil.

Vom Gefäßsysteme.

1. Gefäßsystem der Pflanzen.

§. 78.

Bei den Pflanzen bildet das Gefäßsystem des Lebenssaftes ein durch Anastomosen verbundenes, geschlossenes Netz von Canälen, welches sich in allen Theilen der Pflanzen im Wesentlichen gleich ist, und allein durch die verschiedene Form der Maschen des Netzes sich unterscheidet, welche in den parenchymatösen Theilen, wie den Wurzelrinden, dem Marke, mehr in die Breite, dagegen in den Gefäßbündeln der Stengelglieder, Blätter und andern Theilen mehr in die Länge gezogen sind. Die Gefäße selbst lassen sich von ihren Umgebungen isolirt, wo sie stärker sind, wie in den fleischigen Rinden der tropischen Euphorbien, schon im frischen Zustande, wo aber ihre Structur zarter ist, nur durch Maceration darstellen, und erscheinen mit eigenen, gleichförmig durchscheinenden Wandungen versehen, welche nach dem Alter der Gefäße von verschiedener Dicke, in der Jugend sehr dünn, im Alter oft bedeutend dick erscheinen. Die Gefäßwände zeigen besonders in der Jugend ein großes Contractionsvermögen, so daß sie hier nach Entleerung des Saftes ihre Höhle fast gänzlich schließen (vasa laticis contracta), später dehnen sie sich durch stärkere Ansammlung von Lebenssaft sehr stark aus, so daß sie oft bis zu der zehnfachen ursprünglichen Dicke anschwellen, wobei sich zugleich ihre Wandungen verdicken (vasa laticis expansa). In diesem Zustande zeigen sie gewöhnlich stellenweise Einschnürungen, welche oft durch eine Contraction des Umfangs der Gefäßwand, gewöhn-

lich aber durch eine turgescirende Anschwellung derselben nach innen entstehen, während der äußere Umfang des Gefäßes dabei nicht verengert erscheint. Indem die Gefäße in ihrer größten Ausdehnung mit den Pflanzentheilen, worin sie sich befinden, allmählich verhärten, werden jene Einschnürungen an bestimmten Stellen bleibend, und die Gefäße theilen sich dadurch der Länge nach in Glieder ab, die zwar mit verengerten, doch nicht ganz geschlossenen Mündungen unter einander zusammenhängen (vasa laticis articulata). Wo sich neue Theile den alten schichtenweise hinzubilden, da gehen alle drei Entwicklungsstufen der Gefäße gewöhnlich in einander über, so daß die expandirten aus den articulirten, die contrahirten aus den expandirten zu entspringen scheinen. Da im Allgemeinen die Durchmesser der Gefäße von dem Zustande der Contraction bis zu dem Zustande der Articulation zunehmen, so scheint bei mehreren Pflanzen mit fleischigen, mehrjährigen Rinden durch diesen Zusammenhang eine Art baumförmiger Verzweigung, wie z. B. bei den Nadelhölzern, den blattlosen Euphorbien, zu entstehen, der Verzweigung der großen Gefäße der Thiere ähnlich; anstatt in den einjährigen Trieben und Schichten der Pflanzen sonst nur netzförmige Anastomosen von gleicher Dicke ohne alle baumförmige Verzweigung gefunden werden. Die wahre baumförmige Verzweigung deutet immer eine Centralisirung des Gefäßsystems an, indem in den dickern Stämmen sich die Säfte der Zweige wie in einem gemeinsamen Mittelpunkt ansammeln, oder umgekehrt sich von hier aus vertheilen, und dadurch die centrale Einheit des Ganzen bewirken. Zu dieser vollständigen Centralisirung gelangt aber das Gefäßsystem der Pflanzen nicht, indem die articulirten Lebensgefäße in dem Maß, als sich die jüngern Gefäßnetze daraus entwickeln, mit den ältern Gliedern und Schichten der Pflanzen absterben, und also auch nicht einen wahren Centralpunkt für das ganze Gefäßsystem bilden können. Nichtsdestoweniger scheint mir die Entwicklung des Lebensgefäßsystems der Pflanzen den Typus zu bilden, nach dem sich das thierische Gefäßsystem stufenweise entwickelt, und dieser Analogie wegen habe ich dieß allgemeine Resultat meinen Untersuchungen über die Lebensgefäße, wie es in dem Werke: die Natur der lebendigen Pflanze, schon ausgesprochen ist, und ausführlich in meiner französischen Preisschrift dargestellt erscheinen wird,

hier vorausschicken wollen, um die Entwicklung des thierischen Gefäßsystems daran zu knüpfen.

2. Gefäßsystem der Thiere.

§. 79.

Auch im Thierreich erscheint auf den niedern Stufen ursprünglich eben so, wie in den Embryonen höherer Thiere, das Gefäßsystem rein peripherisch, ohne Centralorgan (Herz). Dieses bildet sich später erst als Gegensatz gegen das peripherische System aus, wobei aber das letztere immer in seiner relativen Selbstständigkeit dem Herzen gegenüber bleibt, und in größerm oder geringerm Uebergewichte gegen dasselbe sich erhält. Die Stufen der Entwicklung des centralen Gefäßsystems aus dem peripherischen sind durchaus den Entwicklungsstufen des rein peripherischen Gefäßsystems bei den Pflanzen zu vergleichen, und nur als ein weiterer Fortgang in der Ausbildung der gegliederten Gefäße zu betrachten, welche durch ihre allmähliche Ausdehnung in Stämme, und durch eine höhere Entwicklung der Gliederung in eine wahre Herzbildung übergehen. Wenn die gegliederten Lebensgefäße der Pflanzen, anstatt abzusterben, noch mit lebendiger Contractionskraft begabt wären, so würden sie sich zu den contrahirten Lebensgefäßen wie Herzen verhalten, während man die expandirten als die verzweigten Gefäßstämme ansehen könnte, welche die Centra mit der Peripherie verbänden. Das Gefäßsystem in der Classe der Ringelwürmer befindet sich auf der Stufe der Ausbildung, wo einige Reihen sich durch peristaltische Contractionen in Glieder abschnürender Gefäße aus dem rein peripherischen Gefäßnetz des ganzen Körpers entwickelt haben, und sich zu diesen schon mehr oder weniger herzähnlich verhalten. Um nun die wahre Natur des Gefäßsystems der höhern Thiere kennen zu lernen, müssen wir zunächst den Unterschied des peripherischen und centralen Theils desselben feststellen, und jeden vorher für sich betrachten.

Das peripherische Gefäßsystem.

§. 80.

In dem ausgebildeten Gefäßsysteme der höhern Thiere und des Menschen bildet das peripherische System den Theil des Gan-

zen, welcher nach den letzten baumförmigen Verzweigungen der größern Gefäße ein Netz von Anastomosen darstellt, dessen Zweige sich nicht weiter verzweigen und verkleinern, sondern unter einander gleich stark bleiben, und nur aus einer einfachen Gefäßmembran gebildet sind. Bichat (allg. Anatomie, a. d. Franz. von Pfaff, Leipz. 1803, 1, 2, S. 218) hat das peripherische Gefäßsystem zuerst, unter dem Namen des Haargefäßsystems, als ein im ganzen Körper verbreitetes und sowohl in jedem Organe für sich, als von einem Organ zum andern durch Anastomosen communicirendes Gefäßnetz dargestellt, in welches sich die Arterien einsenken, und woraus die Venen wieder entspringen. Indeß verband Bichat mit dem Begriffe seines Haargefäßsystems noch mancherlei unrichtige Vorstellungen, wohin namentlich, nach Boerhaave, Haller u. A., die Idee der ins Unendliche fortgehenden feinen Zertheilung (daher Haargefäße) und des offenen Uebergangs dieses Systems in freie secernirende und absorbirende Mündungen gehören, ohne daß er die wahre Bedeutung desselben als peripherisches System, und seinen Gegensatz gegen das centrale richtig erkannt hätte. Auch nahm Bichat an, daß dieses System nicht bloß vom Blute, sondern auch von verschiedenen andern Flüssigkeiten, welche ungefärbt zu seyn scheinen, durchflossen werde, ohne daß er die Natur dieser Flüssigkeiten bestimmt hätte, so daß wir es vorziehen, den bezeichnenden Namen des peripherischen Systems für dasselbe zu wählen.

Obgleich das peripherische System ein durch alle Organe des Körpers zusammenhängendes Netz darstellt, so ist doch dieser Zusammenhang am freisten in den zu einem Systeme gehörigen Organen, z. B. den serösen Häuten, Knochen, Schleimhäuten, wogegen es sich in jedem der verschiedenartigen Systeme relativ mehr abschließt. Davon scheint der größere Consensus der zu einem Systeme gehörigen Theile vorzüglich abhängig zu seyn.

§. 81.

Das peripherische System ist zunächst in sich geschlossen und ohne freie Mündungen in absondernde und einsaugende Gefäße. Nie verliert sich ein Zweig desselben in der Substanz der Organe, ohne wieder zu dem Netze zurückzukehren; aber allerdings gibt es

in diesem System Erscheinungen, welche die Theorie der sogenannten, nicht mehr Blut, sondern farblose seröse Flüssigkeiten führenden feinen Gefäße, welche von Bichat nach Boerhaave und Haller (Opera min. I, p. 88) angenommen werden, und welche noch neuerlich einen geistreichen Vertheidiger (Wedemeyer, Kreislauf des Bluts, S. 203, 271) gefunden hat, wenn auch nicht bestätigen, doch vollkommen einen Theil der Erscheinungen, worauf sie begründet war, erklären und aufhellen. Da im lebendigen Blute kein Serum vorhanden ist, und die Idee von Haller, Spallanzani (Exper. sur la circulation. Exp. 34, 46, 47, 48, 106, 143) u. A., nach welchen die Blutbläschen im Serum schwimmen sollten, auf einer Verwechslung des nach der Gerinnung des Bluts sich bildenden Serums mit dem Plasma im lebendigen Blute beruht, wie wir oben gezeigt haben, so könnten wahre seröse Gefäße nur aussondernde Canäle seyn, die ein aus dem Blut abgeschiedenes Secret enthielten, in welchem Sinn sie auch Bichat und neuerlich Wedemeyer angenommen haben, welcher letztere sie als verlängerte aushauchende Poren betrachtet, indem er überhaupt die aushauchenden Poren und Gefäße für wesentlich einerlei hält (l. c. p. 280). Solche aushauchende Gefäße, welche unmittelbare Verlängerungen der peripherischen Blutgefäße wären, gibt es indessen nicht. Die neueren schönen Untersuchungen über die Schweißcanälchen der Haut von Purkinje (de epidermide humana. Diss. inaug. auct. Wendt. Vratislav. 1833), Breschet und Rousseel de Vauzème (Nouvelles recherches sur la structure de la peau. Paris 1835) und von Gurlt (Archiv für Thierheilkunde, Berlin 1835, Bd. 1, S. ..) haben über die aushauchenden Organe viel Licht verbreitet, und zeigen im Allgemeinen, daß sie sich ähnlich den übrigen absondernden Drüsen mit röhrenförmiger Structur verhalten, von denen durch die sorgfältigen frühern Arbeiten von Ferrein (Mém. de l'Acad. des sciences, Paris 1749), und durch die neuern von Weber (Meckels Archiv 1827) über die Speicheldrüsen, von Huschke über die Nieren (Isis 1828, Heft 5, 6. Tiedemann und Treviranus Zeitsch. f. Physiol. 4. Bd. S. 116, Tab. 6, Fig. 8), und besonders von J. Müller (de glandularum structura penitiori. Lips. 1830. fol. p. 100) entschieden ist, daß sie, wie es schon die ältere Ansicht von Malpighi war, in sich ge-

gar nicht oder nur unvollkommen coagulirte, so daß der Kuchen viel Serum eingeschlossen enthielt. Der Faserstoffgehalt war 0,24 — 0,30 Proc. (Edinb. phil. Mag. 1832. Geigers Annal. der Pharmacie V, 2, S. 210). Der Wassergehalt des Serums vom Cholerablut ist nach Andrews vermindert, der Eiweißgehalt vermehrt. Der Farbstoffgehalt betrug 11,6 — 13,38 Proc.; durch den größern Farbstoff und geringern Faserstoffgehalt kommt das Cholerablut mit dem Pfortaderblut überein. Im Fieber soll nach Tackerah (l. c. p. 117) der Salzgehalt des Serums oft vermehrt seyn; dagegen ist er nach Reid Clanny im Typhus vermindert (Archives générales de Médecine, T. XVIII, p. 290). Die Menge des Serums ist im Typhus nach Clanny, im gelben Fieber nach Stevens vermehrt, die festen Theile vermindert. Das Serum ist bei Entzündungen klebriger nach Gendrin (l. c. p. 442), und specifisch schwerer, besonders im acuten Rheumatismus, nach Marcet (Tackerah, inquiry into the property of the blood, p. 117), und enthält nach Trail doppelt so viel Eiweißstoff, als im gesunden Zustande. Im Skorbut ist das Serum aber nach Parmentier und Deyeux ärmer an Eiweiß, so daß es auch in der Hitze weniger coagulirt.

Das Blut der Harnruhrkranken enthält wenig Fibrine nach Nicolas und Guedeville, und nur eine geringe Menge von phosphorsauren Salzen (Hünefeld physiol. Chemie II, 225). Henry und Soutteiran fanden darin nur ¾ von dem Eiweißstoffe, den es gewöhnlich enthält (Jahresbericht über die Fortschritte der phys. Wissenschaften v. Berzelius 7, 296).

Ist die Respiration gehemmt, so findet sich zuweilen beim Typhus und gelben Fieber rothes Blut in den Venen nach Schübler (Gilb. Annal. der Physik 39, 325), was sich auch nach wiederholten starken Aderlässen und starken Blutverlusten zeigt, wo die Venen das Blut unverändert, arteriell, aus dem peripherischen System absorbiren (Haller, elem. phys. II, p. 10, Bichat allgem. Anatomie, übers. v. Pfaff I, 2 Abth. 206).

Zweiter Theil.

Vom Gefäßsyſteme.

1. Gefäßſyſtem der Pflanzen.

§. 78.

Bei den Pflanzen bildet das Gefäßſyſtem des Lebensſaftes ein durch Anaſtomoſen verbundenes, geſchloſſenes Netz von Canälen, welches ſich in allen Theilen der Pflanzen im Weſentlichen gleich iſt, und allein durch die verſchiedene Form der Maſchen des Netzes ſich unterſcheidet, welche in den parenchymatöſen Theilen, wie den Wurzelrinden, dem Marke, mehr in die Breite, dagegen in den Gefäßbündeln der Stengelglieder, Blätter und andern Theilen mehr in die Länge gezogen ſind. Die Gefäße ſelbſt laſſen ſich von ihren Umgebungen iſolirt, wo ſie ſtärker ſind, wie in den fleiſchigen Rinden der tropiſchen Euphorbien, ſchon im friſchen Zuſtande, wo aber ihre Structur zarter iſt, nur durch Maceration darſtellen, und erſcheinen mit eigenen, gleichförmig durchſcheinenden Wandungen verſehen, welche nach dem Alter der Gefäße von verſchiedener Dicke, in der Jugend ſehr dünn, im Alter oft bedeutend dick erſcheinen. Die Gefäßwände zeigen beſonders in der Jugend ein großes Contractionsvermögen, ſo daß ſie hier nach Entleerung des Saftes ihre Höhle faſt gänzlich ſchließen (vasa laticis contracta), ſpäter dehnen ſie ſich durch ſtärkere Anſammlung von Lebensſaft ſehr ſtark aus, ſo daß ſie oft bis zu der zehnfachen urſprünglichen Dicke anſchwellen, wobei ſich zugleich ihre Wandungen verdicken (vasa laticis expansa). In dieſem Zuſtande zeigen ſie gewöhnlich ſtellenweiſe Einſchnürungen, welche oft durch eine Contraction des Umfangs der Gefäßwand, gewöhn-

lich aber durch eine turgescirende Anschwellung derselben nach innen entstehen, während der äußere Umfang des Gefäßes dabei nicht verengert erscheint. Indem die Gefäße in ihrer größten Ausdehnung mit den Pflanzentheilen, worin sie sich befinden, allmählich verhärten, werden jene Einschnürungen an bestimmten Stellen bleibend, und die Gefäße theilen sich dadurch der Länge nach in Glieder ab, die zwar mit verengerten, doch nicht ganz geschlossenen Mündungen unter einander zusammenhängen (vasa laticis articulata). Wo sich neue Theile den alten schichtenweise hinzubilden, da gehen alle drei Entwicklungsstufen der Gefäße gewöhnlich in einander über, so daß die expandirten aus den articulirten, die contrahirten aus den expandirten zu entspringen scheinen. Da im Allgemeinen die Durchmesser der Gefäße von dem Zustande der Contraction bis zu dem Zustande der Articulation zunehmen, so scheint bei mehreren Pflanzen mit fleischigen, mehrjährigen Rinden durch diesen Zusammenhang eine Art baumförmiger Verzweigung, wie z. B. bei den Nadelhölzern, den blattlosen Euphorbien, zu entstehen, der Verzweigung der großen Gefäße der Thiere ähnlich; anstatt in den einjährigen Trieben und Schichten der Pflanzen sonst nur netzförmige Anastomosen von gleicher Dicke ohne alle baumförmige Verzweigung gefunden werden. Die wahre baumförmige Verzweigung deutet immer eine Centralisirung des Gefäßsystems an, indem in den dickern Stämmen sich die Säfte der Zweige wie in einem gemeinsamen Mittelpunkt ansammeln, oder umgekehrt sich von hier aus vertheilen, und dadurch die centrale Einheit des Ganzen bewirken. Zu dieser vollständigen Centralisirung gelangt aber das Gefäßsystem der Pflanzen nicht, indem die articulirten Lebensgefäße in dem Maß, als sich die jüngern Gefäßnetze daraus entwickeln, mit den ältern Gliedern und Schichten der Pflanzen absterben, und also auch nicht einen wahren Centralpunkt für das ganze Gefäßsystem bilden können. Nichtsdestoweniger scheint mir die Entwicklung des Lebensgefäßsystems der Pflanzen den Typus zu bilden, nach dem sich das thierische Gefäßsystem stufenweise entwickelt, und dieser Analogie wegen habe ich dieß allgemeine Resultat meinen Untersuchungen über die Lebensgefäße, wie es in dem Werke: die Natur der lebendigen Pflanze, schon ausgesprochen ist, und ausführlich in meiner französischen Preisschrift dargestellt erscheinen wird,

hier vorausschicken wollen, um die Entwicklung des thierischen Gefäßsystems daran zu knüpfen.

2. Gefäßsystem der Thiere.

§. 79.

Auch im Thierreich erscheint auf den niedern Stufen ursprünglich eben so, wie in den Embryonen höherer Thiere, das Gefäßsystem rein peripherisch, ohne Centralorgan (Herz). Dieses bildet sich später erst als Gegensatz gegen das peripherische System aus, wobei aber das letztere immer in seiner relativen Selbstständigkeit dem Herzen gegenüber bleibt, und in größerm oder geringerm Uebergewichte gegen dasselbe sich erhält. Die Stufen der Entwicklung des centralen Gefäßsystems aus dem peripherischen sind durchaus den Entwicklungsstufen des rein peripherischen Gefäßsystems bei den Pflanzen zu vergleichen, und nur als ein weiterer Fortgang in der Ausbildung der gegliederten Gefäße zu betrachten, welche durch ihre allmähliche Ausdehnung in Stämme, und durch eine höhere Entwicklung der Gliederung in eine wahre Herzbildung übergehen. Wenn die gegliederten Lebensgefäße der Pflanzen, anstatt abzusterben, noch mit lebendiger Contractionskraft begabt wären, so würden sie sich zu den contrahirten Lebensgefäßen wie Herzen verhalten, während man die expandirten als die verzweigten Gefäßstämme ansehen könnte, welche die Centra mit der Peripherie verbänden. Das Gefäßsystem in der Classe der Ringelwürmer befindet sich auf der Stufe der Ausbildung, wo einige Reihen sich durch peristaltische Contractionen in Glieder abschnürender Gefäße aus dem rein peripherischen Gefäßnetz des ganzen Körpers entwickelt haben, und sich zu diesen schon mehr oder weniger herzähnlich verhalten. Um nun die wahre Natur des Gefäßsystems der höhern Thiere kennen zu lernen, müssen wir zunächst den Unterschied des peripherischen und centralen Theils desselben feststellen, und jeden vorher für sich betrachten.

Das peripherische Gefäßsystem.

§. 80.

In dem ausgebildeten Gefäßsysteme der höhern Thiere und des Menschen bildet das peripherische System den Theil des Gan-

zen, welcher nach den letzten baumförmigen Verzweigungen der größern Gefäße ein Netz von Anastomosen darstellt, dessen Zweige sich nicht weiter verzweigen und verkleinern, sondern unter einander gleich stark bleiben, und nur aus einer einfachen Gefäßmembran gebildet sind. Bichat (allg. Anatomie, a. d. Franz. von Pfaff, Leipz. 1803, 1, 2, S. 218) hat das peripherische Gefäßsystem zuerst, unter dem Namen des Haargefäßsystems, als ein im ganzen Körper verbreitetes und sowohl in jedem Organe für sich, als von einem Organ zum andern durch Anastomosen communicirendes Gefäßnetz dargestellt, in welches sich die Arterien einsenken, und woraus die Venen wieder entspringen. Indeß verband Bichat mit dem Begriffe seines Haargefäßsystems noch mancherlei unrichtige Vorstellungen, wohin namentlich, nach Boerhaave, Haller u. A., die Idee der ins Unendliche fortgehenden feinen Zertheilung (daher Haargefäße) und des offenen Uebergangs dieses Systems in freie secernirende und absorbirende Mündungen gehören, ohne daß er die wahre Bedeutung desselben als peripherisches System, und seinen Gegensatz gegen das centrale richtig erkannt hätte. Auch nahm Bichat an, daß dieses System nicht bloß vom Blute, sondern auch von verschiedenen andern Flüssigkeiten, welche ungefärbt zu seyn scheinen, durchflossen werde, ohne daß er die Natur dieser Flüssigkeiten bestimmt hätte, so daß wir es vorziehen, den bezeichnenden Namen des peripherischen Systems für dasselbe zu wählen.

Obgleich das peripherische System ein durch alle Organe des Körpers zusammenhängendes Netz darstellt, so ist doch dieser Zusammenhang am freisten in den zu einem Systeme gehörigen Organen, z. B. den serösen Häuten, Knochen, Schleimhäuten, wogegen es sich in jedem der verschiedenartigen Systeme relativ mehr abschließt. Davon scheint der größere Consensus der zu einem Systeme gehörigen Theile vorzüglich abhängig zu seyn.

§. 81.

Das peripherische System ist zunächst in sich geschlossen und ohne freie Mündungen in absondernde und einsaugende Gefäße. Nie verliert sich ein Zweig desselben in der Substanz der Organe, ohne wieder zu dem Netze zurückzukehren; aber allerdings gibt es

in diesem System Erscheinungen, welche die Theorie der sogenannten, nicht mehr Blut, sondern farblose seröse Flüssigkeiten führenden feinen Gefäße, welche von Bichat nach Boerhaave und Haller (Opera min. I, p. 88) angenommen werden, und welche noch neuerlich einen geistreichen Vertheidiger (Wedemeyer, Kreislauf des Bluts, S. 203, 271) gefunden hat, wenn auch nicht bestätigen, doch vollkommen einen Theil der Erscheinungen, worauf sie begründet war, erklären und aufhellen. Da im lebendigen Blute kein Serum vorhanden ist, und die Idee von Haller, Spallanzani (Exper. sur la circulation. Exp. 34, 46, 47, 48, 106, 143) u. A., nach welchen die Blutbläschen im Serum schwimmen sollten, auf einer Verwechslung des nach der Gerinnung des Bluts sich bildenden Serums mit dem Plasma im lebendigen Blute beruht, wie wir oben gezeigt haben, so könnten wahre seröse Gefäße nur aussondernde Canäle seyn, die ein aus dem Blut abgeschiedenes Secret enthielten, in welchem Sinn sie auch Bichat und neuerlich Wedemeyer angenommen haben, welcher letztere sie als verlängerte aushauchende Poren betrachtet, indem er überhaupt die aushauchenden Poren und Gefäße für wesentlich einerlei hält (l. c. p. 280). Solche aushauchende Gefäße, welche unmittelbare Verlängerungen der peripherischen Blutgefäße wären, gibt es indessen nicht. Die neueren schönen Untersuchungen über die Schweißcanälchen der Haut von Purkinje (de epidermide humana. Diss. inaug. auct. Wendt. Vratislav. 1833), Breschet und Rousseel de Vauzème (Nouvelles recherches sur la structure de la peau. Paris 1835) und von Gurlt (Archiv für Thierheilkunde, Berlin 1835, Bd. 1, S. ..) haben über die aushauchenden Organe viel Licht verbreitet, und zeigen im Allgemeinen, daß sie sich ähnlich den übrigen absondernden Drüsen mit röhrenförmiger Structur verhalten, von denen durch die sorgfältigen frühern Arbeiten von Ferrein (Mém. de l'Acad. des sciences, Paris 1749), und durch die neuern von Weber (Meckels Archiv 1827) über die Speicheldrüsen, von Huschke über die Nieren (Isis 1828, Heft 5, 6. Tiedemann und Treviranus Zeitsch. f. Physiol. 4. Bd. S. 116, Tab. 6, Fig. 8), und besonders von J. Müller (de glandularum structura penitiori. Lips. 1830. fol. p. 100) entschieden ist, daß sie, wie es schon die ältere Ansicht von Malpighi war, in sich ge-

schlossene Canäle bilden, um welche sich die peripherischen Gefäße verbreiten, ohne direct in sie überzugehen.

Plastische Gefäße.

§. 82.

Die Ansicht von dem Uebergange der feinsten Gefäße in aushauchende Canäle war besonders durch die Erscheinungen des Durchdringens der gefärbten Flüssigkeiten aus den Blutgefäßen in die absondernden Canäle, welche Ruisch bei Einspritzungen der Gefäße nach dem Tode zuerst genauer beobachtete, befestigt worden, und Vieussens und Haller (elem. phys. T. 1. p. 111) bildeten sie mehr aus. Bichat erklärte sich die Erscheinung, daß im Leben nicht rothes Blut in die vorausgesetzten serösen Gefäße übergehe, durch eine specifische Reizbarkeit in ihnen, wodurch sie sich mittelst Contraction dem Eintritte desselben widersetzten und nur den wässerigen Theil durchließen; eine Vorstellung, wofür es durchaus keine näheren Beweise gibt. Indeß erkannte schon Mascagni (Geschichte der einsaugenden Gefäße, herausgeg. v. Ludwig 1789, S. 89), daß die mit Indigo gefärbten und in die Blutgefäße eingespritzten Flüssigkeiten durch die Substanz der Gefäßwände durchschwitzen, und auf der Oberfläche secernirender Membranen und in den Ausführungsgängen der Drüsen erscheinen, ohne daß eine unmittelbare Anastomose der Gefäße mit jenen absondernden Flächen statt finde. Das stimmt auch im Ganzen sehr wohl mit den mikroskopischen Beobachtungen von Spallanzani (l. c. p. 272 sq.) überein, nach welcher die Blutströme in der Peripherie in sich geschlossen sind, und nur durch die feine Zertheilung der Blutmasse in den feinsten Gefäßen eine blasse ans Farblose gränzende Färbung zeigen. Auch Döllinger und Oesterreicher stimmen dem bei (Oesterreicher Lehre vom Kreislaufe des Bluts, Nürnb. 1826, 3 Abschn.) Die Erscheinungen der serösen Ausschwitzung können also nicht als Beweise für die serösen Gefäße gelten. Inzwischen gibt es allerdings Phänomene an dem peripherischen Blutgefäßsystem, welche eine andere Reihe von Erscheinungen, aus denen man früher auf die Existenz seröser Gefäße schloß, zum Theil vollkommen erklären. Sie sind nur einzusehen, wenn man die beiden oben dargestellten lebendigen Bestandtheile des Bluts vor Augen hat, nämlich das gleichförmig flüssige Plasma und die darin schwimmenden Bläschen.

Man sieht nämlich in dem peripherischen Gefäßnetze der durchsichtigen Theile die meisten Gefäße von Plasma durchströmt, worin eine größere oder geringere Menge Bläschen schwimmen. Diese fallen zuerst in die Augen, Tab. VII. Zwischen diesen finden sich aber Gefäße von größerer Feinheit, in welche keine Bläschen dringen, weil ihre Mündung enger ist, als der Durchmesser der Bläschen. Diese Gefäße scheinen leer zu stehen, wenn man sie im Schattenlichte beobachtet; aber bei der Beleuchtung mit hellerem Lichte zeigen sie sich von farblosem Plasma, ohne Bläschen, durchströmt. Wir wollen diese Gefäße plastische Gefäße (vasa plastica) nennen, wegen ihres Inhalts, und weil sie nicht zur serösen Secretion, sondern vielmehr zur Ernährung bestimmt sind, Tab. VII. a, a, a. Diese Gefäße gehören nicht zu den feinen, rothes Blut führenden Gefäßen, von denen Spallanzani sagt, daß sie nur farblos schienen, weil sie sehr wenige gefärbte Bläschen führen, sondern sie waren Spallanzani und den frühern Beobachtern aus unmittelbarer Anschauung völlig unbekannt, weil man im Schattenlicht in ihnen das farblose Plasma nicht strömen sieht. Diese Gefäße enden nicht mit freien Mündungen in das Parenchym oder die Secretionscanäle, sondern kehren immer wieder in das geschlossene Netz der peripherischen Gefäße zurück, von dem sie einen integrirenden Theil ausmachen. In der Regel dringen gar keine Bläschen hinein, und diese werden durch die feinen Mündungen von dem Plasma gleichsam abfiltrirt, um in dem Netze der größern peripherischen Gefäße weiter bewegt zu werden. Dabei geht aber durchaus keine Abscheidung von Serum aus dem Blute vor sich, sondern es sind nur die lebendigen Theile des Plasma und der Bläschen selbst, welche sich unverändert von einander trennen, um sich bei der Rückkehr des durch die plastischen Gefäße strömenden reinen Plasma in den größern Gefäßen wieder zu vereinigen. Nicht selten aber findet man auch einzelne Bläschen und öfter noch die kleinern runden Lymphkügelchen, die schon Spallanzani im Blute der Frösche mit herumtreiben sah (l. c. exp. 66, 67, 70), in die plastischen Gefäße dringen. Letztere, weil sie, wie oben schon bemerkt wurde, immer am Rande des Stroms die Gefäßwand entlang rollen, gehen leicht in diese Gefäße über, und bewegen sich so schnell hindurch, daß man sie bei ihrer Farblosigkeit leicht übersieht. Die mit einströmenden Bläschen gehören meist zu denen, welche noch eine sehr zarte und

elastische wenig mit Farbestoff imprägnirte Hülle haben, deren Nachgiebigkeit eine geringe Compression zuläßt; aber dennoch bewegen sie sich nur stockend und sehr langsam hindurch, indem sie durch die Enge des Gefäßes, dessen Mündung sie jedoch wegen ihrer platten Form nicht verstopfen, zurückgehalten werden, während das Plasma selbst neben ihnen vorbei schnell weiter strömt, und erst nach längeren Zwischenräumen sie wieder mit fortreißt. Bei Betrachtung dieser Erscheinungen bin ich auf den Gedanken gekommen, ob man in ihnen wohl die Ursache und die Bedeutung der bei allen höhern Thieren so allgemeinen platten Form der Bläschen finden könnte. Wären die Bläschen kugelrund, so würden sie bei dem Eindringen in die engen plastischen Gefäße diese leicht völlig verstopfen, aber bei ihrer platten Form lassen auch die stockenden in dem kreisrunden Durchmesser der Gefäße seitlich noch Raum für die Bewegung des Plasma. Auf der andern Seite könnte man sich die Entstehung der platten Form so denken, daß wenn die ursprünglich runden Bläschen sich in den engern Mündungen der feinern Gefäße einklemmen, nun das anströmende Plasma sich durch Compression der Seiten der Bläschen zwischen ihnen und der Gefäßwand gewaltsam einen Weg bahnt, und dadurch die platte Form in ihnen erzeugt. So lange daher, wie im Embryo und den niedern Thieren die peripherischen Gefäße noch sehr groß sind, findet man auch die Bläschen rund oder bauchig.

§. 83.

Die plastischen Gefäße finden sich am zahlreichsten in denjenigen Organen, in deren Inneres zur reichlichern Ernährung oder zur Bereitung specifischer Absonderungen ein Zufluß von reinem Plasma ohne Bläschen erforderlich ist. Unter diesen Organen scheint das Gehirn und Rückenmark obenan zu stehen, in deren Innerm man daher die geringe, fast ans Farblose gränzende Röthe des Bluts immer bemerkt hat. Da nun aber vom Herzen aus allen Organen das Blut mit farbigen Bläschen gleich stark beladen zugeschickt wird, so müssen die genannten Organe besondere Einrichtungen ihres peripherischen Gefäßsystems besitzen, um das Plasma von den Bläschen mehr oder weniger abzusondern. Im Gehirne scheint mir diese Einrichtung durch die sonst räthselhaften Plexus choroidei verwirklicht. Sie bilden den Sammelplatz alles Bluts, das aus den

Arterien dem peripherischen Systeme des Hirns zuströmt. Da nun aber das Innere des Hirnmarks wenig rothe Bläschen enthaltendes Blut zeigt, so müssen wir die Plexus choroidei als eine Art Seih-Apparat ansehen, von dem aus alle plastischen Gefäße für das Gehirn entspringen, welche von dem dem Plexus zuströmenden Blute nur das reine Plasma aufnehmen, während die Blutbläschen in dem peripherischen Netze der Plexus mit der übrigen geringen Quantität Plasma, worin sie schwimmen, weiter circuliren, und von hier aus, ohne in die Marksubstanz des Gehirns durchzudringen, wieder in die Venen zurückkehren. Vielleicht hängt hiermit zusammen, daß das vom Hirn zurückkehrende Venenblut so sehr mit Bläschen und Farbestoff überladen ist, und daß ein Uebertreten einer größern Menge von Bläschen in die plastischen Gefäße der Marksubstanz, wodurch sich diese roth färbt, so leicht Gehirnaffectionen zur Folge hat, ohne daß man wahre Extravasate bemerkt. Offenbar hängen von solchen leisen Veränderungen mancherlei Zustände ab, bei denen sich später keine sonst merklichen materiellen Veränderungen im Gehirne finden.

Auch die durchsichtigen Theile des Auges scheinen bloß durch plastische Gefäße ernährt zu werden. Eble hat die feinen Gefäße der Conjunctiva, die im gesunden Zustande kein rothes Blut führen, nach Einspritzungen abgebildet (Bauer, Krankheiten der Bindehaut, Wien 1828, S. 40, Fig. 7, 8). Offenbar hat im Auge wohl die Choroidea mit ihrem dichten rothen Gefäßnetze dieselbe Function, wie die Plexus im Gehirne. Die plastischen Gefäße der durchsichtigen Augentheile, besonders der Conjunctiva und Linsencapsel, hat auch Henle eingespritzt dargestellt (de membrana pupillari. Bonnae 1832). Daß die Cornea nicht minder dergleichen besitzt, zeigt ihre theilweise Anfüllung mit rothem Blute bei Entzündungen, welche Erscheinung in der Conjunctiva auch immer für das Daseyn seröser Gefäße in dieser Haut angeführt wurde. Vielleicht haben die glomeruli oder Malpighischen Körperchen für die Nieren, die plexus pampiniformes für die Hoden und Eierstöcke eine ähnliche Function, wie die Choroidea für das Auge und plexus choroidei für das Gehirn.

§. 84.

Die Existenz dieser plastischen Gefäße erkennt man auch in der

ersten Entwicklungsperiode der Embryone, besonders der Fisch-Embryone, sehr deutlich, weil hier das ganze Blut in seiner ursprünglichen Form reines Plasma ist, das erst später durch seine Strömung die Dotterkügelchen, aus denen es sich gebildet zu haben scheint, mit sich fortbewegt, nachdem das Herz gebildet worden ist. Man sieht zuerst ein überaus zartes Netz von plastischen Gefäßen auf der Dotterhaut des Fisch-Embryo (Tab. 3, Fig. 1, b, b), das sich von der obern und untern Seite in der Richtung nach der Lebergegend (a) erstreckt. Daß in diesem das Plasma schon vor der Herzbildung und Bläschenbildung strömt, erkennt man daran, daß zuweilen einzelne zur Seite des Stroms liegende Dotterkügelchen eine Strecke mit fortbewegt werden, um sich dann wieder festzusetzen, während das Plasma fortströmt. Selbst nach der Herzbildung finden sich noch fast rein plastische Gefäße in den Fisch-Embryonen, während jedoch das Blut anfängt, von Zeit zu Zeit Dotterkügelchen mit sich fortzubewegen, die aber noch nicht regelmäßig mit fortströmen, sondern sich von Zeit zu Zeit an den Stromwandungen wieder festsetzen (Fig. 2, 3, c). Da auch das Herz in der ersten Zeit von farblosem Plasma durchströmt wird, so scheint es leer zu seyn, weßhalb man bisher wohl annahm, daß das Herz sich vor der Blutbildung bewege, was jedoch nicht der Fall ist.

Wände der peripherischen Gefäße.

§. 85.

Ueber die Wandungen dieser Gefäße hat man die entgegengesetzten Ansichten gehabt. Nach C. F. Wolff (Theoria generat. Lips. 1774), Döllinger (Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu München, Bd. 7.), und Oesterreicher (Kreislauf des Bluts, S. 104) haben besonders Baumgärtner und Wedemeyer (Kreislauf des Bluts, S. 263) an dem Daseyn eigener Gefäßwandungen gezweifelt. Daß die Beobachtung von Cuvier, nach welcher bei den Aplysien das Blut frei aus den Arterien treten sollte, unrichtig sey, zeigte Rudolphi, nach welchem sich die Arterien ohne Extravasate bis in die feinsten Zweige einspritzen lassen (Physiologie II, 2, 176). Die Hauptgründe für den Mangel eigner Wände dieser Gefäße findet Döllinger, der diesen Gegenstand am sorgfältigsten betrachtet hat, darin, daß dergleichen Wandungen nicht deutlich sichtbar seyen, so daß in den Lungen der Batrachien

das Blut aus den Arterien in wandungslose Canäle überzufließen scheine, und daß man häufig einzelne Blutbläschen sich durch das Parenchym einen Weg bahnen und zum Blutstrome zurückkehren sehe, auch die Ernährung nicht erklärbar wäre, wenn das Blut überall in Gefäßen bliebe. Auch Gruithuisen glaubte in der Leber des Frosches das Blut frei um die Drüsenkörner strömen zu sehen (Physiognosie und Eautognosie, S. 159); wie auch Rathke glaubt, daß sich bei der Pricke arterielles Blut in das Gewebe der Zeugungsorgane, ohne in Gefäße eingeschlossen zu seyn, ergieße (über den innern Bau der Pricke, Danzig 1828). Diese Ansicht ist eigentlich identisch mit der Vorstellung derjenigen, welche einen wahren Erguß des Bluts in der Peripherie der Arterien, in das Parenchym der Organe annehmen, und sich daraus das Venenblut von Neuem bilden lassen (Willbrand, Erläuterung der Lehre vom Kreislauf des Bluts, Frankf. 1826); denn wenn auch nach Döllinger anstatt durch die eigene Gefäßmembrane die Ströme bloß durch das Schleimgewebe (Thierstoff) der Organe fließen, während die Gefäße in der Peripherie allmählich aufhören, so müßte nach Verschiedenheit der Organe das Blut auch in einem verschiedenen Schleimgewebe fließen, und sich also frei in das Parenchym ergießen, was mit den sonstigen Phänomenen des regelmäßigen Laufs und der bleibenden Richtung der Ströme gar nicht übereinstimmt. In der That beruht das Hauptphänomen, worauf man sich stützt, nämlich die freie Bewegung einzelner Bläschen durch das gefäßlose Parenchym, auf einer Täuschung, indem nämlich nur die im Schattenlicht unbemerkbaren plastischen Gefäße es sind, welche, indem sie zuweilen einzelne Bläschen aufnehmen, den Anschein veranlassen, als ob sich diese durch das Parenchym plötzlich einen wandlosen Canal bahnten, während ein wirklich vorhandenes Gefäß, indem es von reinem Plasma durchströmt wurde, sich bloß dem Auge entzog, bis es, von einem Bläschen durchlaufen, sichtbar wurde. Auf der andern Seite bemerkt schon Reichel (de sanguine ejusque motu experim. Lips. 1767, 4) und Spallanzani (l. c. p. 169), daß die feinsten Blutströme oft Spuren von Wänden als dunkle Ränder zeigten, auch gesteht selbst Wedemeyer (l. c. p. 200), daß man von Schleimgewebe gebildete Wände um die peripherischen Blutströme sehe, die er jedoch aus theoretischen Gründen nicht für Gefäßwände gelten läßt. In der That aber sind dergleichen aus einer

besondern zarten Gefäßhaut gebildeten Wände an allen peripherischen Gefäßen vorhanden, und bei genauer vergleichender Untersuchung auch nachzuweisen. Es ist dieses dieselbe Gefäßhaut, welche alle Theile des ganzen Gefäßsystems innerlich bekleidet, und welche in dem peripherischen Systeme bloß von der Faserhaut und Zellenhaut, welche sich in den centralen Theilen um sie bildet, gänzlich entblößt und für sich erscheint. Auch kann man besonders in solchen Theilen, wo das Parenchym eine von der Gefäßwand verschiedene Farbe hat, die letzte als eine deutliche Gränze zwischen dem Blutstrom und dem Parenchym bemerken, die, wenn das Gefäß etwas verengert ist, zwischen zwei deutlichen Linien eingeschlossen an dem Strom entlang geht. Ich habe dieß aus der Schwimmhaut des Frosches (Tab. VII. a), wo man diese Gefäßwand von den kleinern Stämmen bis in die peripherischen Verzweigungen deutlich fortlaufen sieht, abgebildet. Man sieht diese Gefäßhaut nicht bei jeder Beleuchtung und nicht in allen Zuständen der Gefäße vollkommen deutlich, allein bei einer vergleichenden Beobachtung bleibt kein Zweifel ihres Daseyns, besonders im verengerten Zustande des Gefäßes, wo die Gefäßwand bedeutend dicker erscheint. Nach Sömmering (Denkschriften der Akad. zu München VII, S. 12) ist die Choroidea des Auges ein reines Gefäßgebilde, und darin kein Parenchym vorhanden, worin sich Ströme bilden könnten, die Gefäße vielmehr selbstständig entwickelt. Windischmann hat in der gefalteten Haut auf der Spiralplatte in der Schnecke des Ohrs der Vögel die peripherischen Gefäße injicirt, und dann durch Maceration das Gefäßnetz von der umgebenden weichen Substanz isolirt (de penitiori auris structura in amphibiis, cum Tab. Lips. 1831). Ich finde, daß man auch ohne Injection, sowohl in dieser Haut als besonders in den Plexus choroidei des Gehirns, die Gefäßwände des peripherischen Netzes beinahe eben so schön als in den Pflanzen isolirt darstellen kann. J. Müller hat in der Choroidea, dem Ciliarkörper und der Iris des Auges diese Gefäße eben so deutlich als selbstständig beobachtet (Handbuch der Physiologie des Menschen 1, 206). Ueberall aber unterscheidet sich die Gefäßhaut des peripherischen Systems von den zum centralen Systeme gehörigen Gefäßen dadurch, daß sie aus einer einfachen, nur der innersten Haut der letztern vergleichbaren Haut, welche leicht von dem Plasma durchdrungen wird, gebildet ist.

§. 86.

Der Durchmesser der peripherischen Gefäße steht im Allgemeinen in einem Gegensatze mit der Größe des Herzens, so daß die höhern Thiere mit verhältnißmäßig größerm Herzen engere peripherische Gefäße, wie die Vögel und Säugethiere, die niedern Thiere mit kleinern Herzen dagegen größere peripherische Gefäße haben, wie die Amphibien und Fische. Auch im Embryo mit wenig entwickelter Herzbildung sind die peripherischen Gefäße größer, als im ausgebildeten Thiere. Diese Verschiedenheiten entsprechen zugleich der verschiedenen Größe der Blutbläschen in den verschiedenen Thierclassen und Entwicklungsperioden, so daß die Embryonen und niedern Thierclassen, entsprechend den größern peripherischen Gefäßen, auch größere Blutbläschen haben, als die höhern Classen und entwickeltern Zustände. Die Messungen sind bisher vorzüglich an injicirten Gefäßen angestellt, scheinen aber mit den wahren Durchmessern im lebenden Zustande ziemlich übereinzustimmen, so daß die Gefäße durch gelungene Injectionen wohl nicht merklich ausgedehnt werden. Beim Menschen ist der Durchmesser der injicirten peripherischen Gefäße nach J. Müller in den Nieren 0,0007 — 0,00058, in der Iris 0,00037—0,00047 Par. Zoll, in der Schleimhaut des Dickdarms nach Weber 0,00033—0,00050 Par. Zoll, also ungefähr zwischen $^1/_{200}$ — $^1/_{300}$ Linie. Das stimmt ziemlich mit meiner Messung der peripherischen Gefäße in einem lebendigen Fledermausflügel, wo die Durchmesser von 0,00040 — 0,00033, also zwischen $^1/_{250}$ — $^1/_{300}$ Linie wechselten. Nach Sömmering sind diese Gefäße in der Choroidea beim Kind absolut dicker als beim Erwachsenen. In der lebenden Schwimmhaut eines Frosches haben die peripherischen Gefäße einen etwas größern Durchmesser, als die Breite ihrer Blutbläschen beträgt, doch erreicht er selten den Längendurchmesser der Bläschen. Ich finde die Stärke der Gefäße hier zwischen 0,00080 — 0,00125, also zwischen $^1/_{80}$ — $^1/_{125}$ Linie. Die secernirenden Drüsencanäle sind viel größer, als selbst die Bläschen führenden peripherischen Gefäße. Sie sind in den Nieren der Vögel nach Müller 0,00174 Par. Zoll = $^1/_{55}$ Linie. Nach Lauth messen die Samencanälchen beim Menschen $^1/_{15}$ — $^1/_{22}$ Linie (Mém. de la société de l'histoire naturelle de Strasbourg, Liv. II). Diese Messungen gelten nur für die Bläschen führenden peripherischen Gefäße.

Die plastischen Gefäße zeigen immer einen Durchmesser, der geringer ist, als der Breitendurchmesser der Bläschen. Ich finde sie beim Frosch im Mittel 0,0004, d. i. $^1/_{250}$ Linie, wobei die Wandung selbst noch merklich dick ist, so daß auf die Gefäßhöhle kaum die Hälfte kommen wird. Die Messungen von Weber, der die ausgespritzten peripherischen Gefäße im Gehirne beim Menschen nur $^1/_{510}$ Linie oder 0,00019 Par. Zoll fand, beziehen sich wahrscheinlich nur auf die plastischen Gefäße.

§. 87.

Sehr verschieden ist die Dichtheit und Lockerheit der Maschen der peripherischen Gefäße in verschiedenen Theilen. Am dichtesten ist das Netz in den Lungen und Kiemen, und in den Secretionsorganen: der Leber, den Nieren, den Schleimhäuten, wo die Größe der Maschen oft kaum die Dicke der Gefäße selbst erreicht, wie in den Lungen des Menschen nach Weber (Anatomie, Bd. 4, S. 203). In diesen Organen, und vorzüglich in den Lungen, ist auch die Gränze zwischen dem peripherischen System und dem centralen am schärfsten hervortretend, so daß sich die Arterien plötzlich in das peripherische Netz auflösen und die Venen eben so daraus entstehen. Marshall Hall hat eine Abbildung des peripherischen Netzes der Froschlungen gegeben (an essay on the circulation, Lond. 1831, P. VIII). Lockerer sind die Netze in den Knochen, der Knochenhaut, den Knorpeln und Sehnen (Hildebrands Anat. von Weber 3. Bd. S. 48. Prochaska, disquis. anat. physiol. organ. human. Vien. 1812, p. 96). Bleuland und van der Kolk haben die peripherischen Gefäße in dem Peritonäum ausgespritzt, welche nach ihnen lockere Netze in den serösen Häuten selbst bilden, und nicht bloß dem unterliegenden Zellgewebe angehören. Wir haben aber darauf aufmerksam gemacht, daß die peripherischen Gefäße der serösen Häute großentheils dem plastischen Theile derselben angehören, und also im gesunden Zustande keine Bläschen führen.

§. 88.

Die Form der peripherischen Gefäßnetze ist durch die verschiedene Gestalt ihrer Maschen in den einzelnen Theilen wahrscheinlich sehr verschieden, doch kennt man diese Verschiedenheiten nicht genau, weil sich die Netze selten isoliren lassen. An den Kiemen der Muscheln,

z. B. der Austern, der Miesmuschel sieht man fast regelmäßig quadratische Maschen der Gefäße. Bei den Pflanzen, wo man sie leicht isoliren kann, treten diese Verschiedenheiten in den verschiedenen Organen und Familien auffallend hervor. Die Netze sind hier bald mehr in die Länge, bald mehr in die Quere gezogen, ihre Maschen bald kreisförmig, bald elliptisch, bald regelmäßig oder unregelmäßig eckig u. s. w. Sömmering, Döllinger und vorzüglich Berres (med. Jahrb. des österr. Staats, Bd. 14, St. 1, S. 115. St. 2, S. 258. St. 3, S. 453. Bd. 15, St. 2, S. 236) haben nach Injectionen interessante Beobachtungen über die letzten Gefäßverzweigungen mitgetheilt, welche sich aber nicht auf das peripherische Netz selbst, sondern nur auf die feinsten Arterienzweige vor ihrem Uebertritt in das peripherische Netz beziehen. Nach Berres ist diese Verzweigung ein excentrisches Geflecht, das besonders in den Nieren und der Leber leicht darzustellen ist. Dieß Geflecht ist pinselförmig in der Milz, baumzweigähnlich in der Leber und den Speicheldrüsen, rebenzweigähnlich geballt in den Nebennieren, sternförmig vertheilt in den Nierenkörnern. Die Netze selbst scheinen in den Muskeln, auch in der Iris mehr in die Länge gezogen, in den parenchymatösen Organen mehr nach allen Seiten gleich, entweder in die Runde oder eckig ausgedehnt.

§. 89.

Die Elementarorgane des Körpers wie die Muskelfasern, die Nervenröhren, die Fasern und Membranen des Zellgewebes und der Knochen scheinen nicht mehr von den peripherischen Gefäßen durchdrungen, sondern ähnlich wie die Absonderungscanäle nur von den Netzen umschlungen zu werden, wenigstens sieht man nie eine Muskelfaser, Nervenröhre u. s. w., auch in den Pflanzen die einzelnen Zellen nicht von Gefäßen durchbohrt. Dagegen scheint aber keinem aus Elementartheilen gebildeten Organ, selbst denjenigen ursprünglich nicht, welche später absterben, wie die Epidermis, die Haare und Nägel, die Gefäßbildung zu fehlen. An der Epidermis scheinen nur die ältesten Schichten gefäßlos, weil die Gefäße zugleich mit ihnen obliterirt sind. Die innerste Epidermisschicht, eben so wie die jüngsten Haar- und Nägelschichten haben, wenn auch nicht Bläschen führende, doch sicher plastische Gefäße. K. A. S. Schultze hat durch Einspritzungen von Terpenthinöl die Gefäße der innersten

Epidermisschicht angefüllt, die sich nach ihm einige Mal dünner zeigen, als die Blutbläschen des Menschen (Müller, Archiv für Anat. u. Physiol. 1834, S. 30). Es scheinen also bloß plastische Gefäße zu seyn. Daß auch die jüngsten Haarschichten Gefäße enthalten, wird dadurch wahrscheinlich, daß in krankhaften Fällen, wie im Weichselzopf, wo die Schichten nicht in der Ordnung wie im gesunden Zustand absterben, sondern lebensthätig über die Haut hervorwachsen, die Haare beim Durchschneiden wie andere Organe bluten.

Bewegung der Gefäßwände.

§. 90.

Wichtig ist das Lebensverhältniß der peripherischen Gefäße, insbesondere die Art ihrer Bewegung, wodurch sie sich erweitern und verengern, indem sie entweder eine größere Menge Blut in sich ansammeln, oder das Angesammelte wieder stärker entleeren. Schon durch die Erscheinungen des Anschwellens und der Röthung der Theile bei Blutcongestionen und ihres Einsinkens und Blaßwerdens bei Blutleere wird eine solche Erweiterung und Verengerung wahrscheinlich, und beide sind auch in durchsichtigen Theilen an einzelnen peripherischen Gefäßen, die, nach den verschiedenen Zuständen des Thiers, bald einen dickern, bald einen dünnern Blutstrom führen, deutlich zu beobachten. Die Erweiterungen geschehen jedoch so langsam und allmählich, daß man erst nach einigen Minuten den Unterschied bemerkt. Thomson (über die Entzündung, übersetzt von Krukenberg, Halle 1820. In Meckels Archiv f. Physiol. 1. Bd. S. 437) und Hastings (de vi contractili vasorum. Edinb. 1818. In Meckels Archiv, Bd. 6. S. 224, Abhandl. über die Entzündung der Schleimhaut der Lungen a. d. Engl. von Busch. Bremen 1822) machten zuerst Versuche über die Bewegungen der peripherischen Gefäße nach Anbringung von Reizen auf die Schwimmhaut des Frosches bekannt, welche später mit Abänderungen von Wedemeyer (l. c. p. 43), Kaltenbrunner (Exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammat. Monach. 1826), Koch (Münchner Archiv. f. Physiol. Bd. 6) wiederholt worden sind. Das allgemeine Resultat dieser Beobachtungen ist indeß kaum ein anderes, als daß auf Anwendung äußerer Reize in Zeit von einigen Minuten merkliche Ausdehnungen und Zusammenziehungen,

oder vielmehr Erweiterungen und Verengerungen stattfinden, ohne daß die Beobachter weder über die Natur dieser Bewegungen, noch über die Bedingungen, unter denen sie stattfinden, einig geworden wären. Thomson sah nach Anbringung von Ammonium auf die Schwimmhaut nur Zusammenziehung, nach Kochsalz nur Erweiterung der Gefäße, erstere mit verminderter Blutbewegung. Hastings beobachtete Erweiterung der Gefäße mit langsamerer Strömung des Bluts nach Anwendung von Ammonium, Salmiak, Küchensalz. Warmes Wasser brachte zuerst Contraction, dann aber nach wiederholter Anwendung Ausdehnung hervor, die nach Eis wieder in Zusammenziehung überging. Weingeist verengte die Gefäße ebenso. Wedemeyer sah binnen einer Minute nach Einwirkung der galvanischen Säule die peripherischen Gefäße sich erweitern und das Blut in ihnen stocken, die Gefäße stark geröthet. Thomson und Hastings sehen diese Zustände als durch Reizung der Gefäße erzeugt an, und scheinen die Erweiterung für eine Expansion, die Verengerung für eine Contraction zu halten. Kaltenbrunner hingegen leitet die Erscheinungen weniger von einer Erregung der Gefäße selbst, als von einem stärkern Andrang des Bluts nach dem Parenchym ab, in dessen Folge die Gefäße passiv erweitert werden. Wedemeyer erklärt die Erweiterung der Gefäße nach galvanischer Reizung durch Lähmung der Nervenfunction in den Gefäßen, welche nach ihm selbst keine Contractilität besitzen. Es erscheint von Wichtigkeit vor allen Dingen, sich über die Natur der Ausdehnung und Verengerung der Gefäße zu verständigen, um eine klare Einsicht in diese Verhältnisse zu gewinnen, indem diese nach meinen Beobachtungen an Pflanzen und Thieren mit der Contraction und Expansion der musculösen Organe gar keine Analogie haben, und auf ganz andere Weise entstehen. Bei der Verengerung des Gefäßes nämlich zieht sich dieses nicht dem Umfange nach zusammen, sondern der äußere Umfang des Gefäßes bleibt dabei derselbe, wie vorher, und die Verengerung des Gefäßes geschieht durch eine Anschwellung der Gefäßwand, die nun nach dem Innern des Gefäßes turgescirt und so den Raum verengert, oft bis zum gänzlichen Verschließen der Mündung, ohne daß der äußere Umfang dabei im Mindesten verändert würde. Umgekehrt verdünnt sich bei der Erweiterung die Gefäßwand und zieht sich durch Zusammenfallen der Wandung wieder gegen den Umfang zurück, so daß dadurch

der innere Raum wieder vergrößert wird. In der That wird also die Verengerung des Gefäßes durch eine Expansion seiner Wand, die Erweiterung durch eine Verdichtung oder Contraction hervorgebracht, ganz umgekehrt, wie man sich diese Sache vorzustellen pflegt. Die verdickte Gefäßwand selbst erscheint völlig hell und durchsichtig in der Schwimmhaut der Frösche, und ist oft so weit nach innen einspringend, daß beinahe das ganze Lumen verengt ist, und nur in der ganz schmalen Mitte ein freier Blutstrom sich bewegt. Wedemeyer (l. c. p. 196) scheint in solchem Falle die durchscheinende verdickte Gefäßwand für die leere Seitenhöhle des Gefäßes gehalten zu haben, indem er sagt, daß nur in der Mitte sich ein Blutstrom bewege, die Seiten aber leer seyen, oder vielleicht mit Serum erfüllt, was aber beides nicht der Fall ist. An blutleeren, sonst gesunden Thieren, sieht man die Erscheinung sehr deutlich, besonders an magern Fröschen im Frühling. Nun muß man aber sehr wohl diese Verdickung und Verdünnung der Gefäßwände für sich, von der bei Anwendung von reizenden Dingen zugleich erfolgenden Wechselwirkung des Blutplasma mit den Gefäßwänden durch diese mit dem Parenchym der Organe, unterscheiden. So lange diese Wechselwirkung nicht stattfindet, erfolgen, nach meinen Beobachtungen, nach Anwendung von reizenden Dingen, wie Weingeist, verdünnter Cantharidentinctur, Wärme, immer zuerst Verengerungen durch Turgescenz der Gefäßwände; nach Anwendung von kühlenden Salzen aber immer zuerst Erweiterungen durch Verdünnung der Gefäßwände. Sobald aber durch vermehrte Reizung eine stärkere Wechselwirkung zwischen Blut und Gefäßen hervortritt, erfolgt auch hier Erweiterung, welche aber von einer theilweisen Auflösung oder Colliquation der Gefäßwand herrührt, wobei sich Blut und Parenchym organisch durchdringen, und gewöhnlich auch die Bläschenhüllen sich auflösen, so daß nun der Farbestoff das Plasma gleichmäßig durchdringt und die ganze Blutsubstanz roth färbt. In den höhern Graden dieser Wechselwirkung lösen sich Blutsubstanz und Parenchym so gleichmäßig in einander auf, daß sich das Blut dabei zur festen Substanz verdickt und nach Verlangsamung der Strömung am Ende gänzlich stockt und fest wird, indem es sich ganz in den krankhaften Bildungsproceß überträgt. Dieses ist dann der wirkliche Zustand der Entzündung. Wir sehen also durch diese eigenthümlichen Verhältnisse der peripherischen Ge-

fäße, je nachdem ihre Wandungen entweder bloß nach innen anschwellen, oder zugleich in eine erhöhte Wechselwirkung mit dem Blute treten, zweierlei wichtige Lebenszustände bedingt: nämlich den Lebensturgor und die Entzündung, die wir in der Kürze noch für sich betrachten wollen.

Lebensturgor.

§. 91.

Lebensturgor nennt man die active, mit einem Hartwerden verbundene Anschwellung der parenchymatösen Organe, wie der Haut (um die Brustwarzen, Hoden, die Hautkämme der Thiere u. s. w.), und in ihrer Organisation ähnlichen Gebilde: die Erection des Penis, der Clitoris, das Anschwellen der Schamlippen u. s. w. Wie verschieden auch die Theorien des turgor vitalis gewesen sind, so kommen doch alle darin überein, daß sie die Ursache desselben sämmtlich von einer Blutanhäufung in dem turgescirenden Theil ableiten. Hebenstreit (de turgore vitali, Lips. 1795) nahm an, daß die turgescirenden Theile sich durch eine eigene Kraft activ ausdehnen, um das zufließende Blut in sich aufnehmen und ansammeln zu können. Hierbei lag die Vorstellung eines wirklichen Austretens des Bluts aus den Gefäßen, und Erguß desselben in die Zellenräume zum Grunde (Senac, traité du cœur II, p. 182), welches schon Roose unwahrscheinlich fand, weil die Resorption bei der so schnell folgenden Erschlaffung nicht sogleich möglich sey (Journal der Erfindungen, Theorien in der Arzneiwissenschaft, Gotha 1792—1804, III, 122, X, 5). Da man aber seit Haller (elem. phys. VIII, p. 28) wußte, daß die Turgescenz in den Genitalien sich durch Injectionen nach dem Tod einigermaßen nachahmen lasse, so führte dieß auf die Vorstellung einer Ansammlung von Blut in den ausgedehnten Gefäßen selbst. Nach Cuviers (vergleichende Anat. IV, 467) und Tiedemans (Meckels Archiv II, 95) Untersuchungen des Ruthenkörpers bei Pferden und Elephanten ergab sich nämlich bestimmt, daß keine freien Mündungen der Blutgefäße in die Zellkörper des Penis vorhanden sind, sondern daß sich bloß dichte geschlossene Netze von varicösen Gefäßen zeigen, die sich nach Cuvier mit Blut füllen. Weber (Hildebrands Anatomie I, 446) fand, daß das erectile Gewebe überall neben verhältnißmäßig sehr engen in feine Haargefäße übergehenden Arterien starke Venen in

dichten Anastomosen zeige, welche Erweiterungen bilden, die sich an das zellige Gewebe anheften. J. Müller fand, daß auch die feinen Arterien des Ruthenkörpers blind ausgehende Erweiterungen zeigen, welche in die Zellen hineinragen. Nach Müller würden diese Arterienauswüchse Blut aus den Stämmen anziehen, und im sehr erweiterten Zustande frei in die Zellen des Ruthenkörpers ergießen, obgleich sie keine Oeffnungen zeigen (Handbuch der Physiol. I, 805), wobei dann aber sowohl die Art des Austritts als die nöthige schnelle Resorption bei der Erschlaffung gleich unerklärlich bleiben. Nach der Ansicht von Cuvier, Tiedemann und Panizza (osservazioni anthropo - zootomico - fisiologiche. Pavia 1830, fol.), dessen schöne Abbildungen die injicirten Venen der Ruthe sehr genau darstellen, würde die Ansammlung von Blut in den buchtigen Venen der turgescirenden Theile durch verstärkten Zufluß desselben aus den Arterien geschehen, weil die Arterien in diesem Zustande stärker pulsiren. Gruithuisen dachte sich eine mechanische Erweiterung der peripherischen Gefäße durch Contraction des umgebenden Zellgewebes (Organozoonomie, p. 144, Note), wogegen Magendie (précis élém. de physiol. 4. édit. p. 340) sich mehr zu der Ansicht von Swammerdamm und Graaf (Haller, el. phys. VII, 361) neigt, nach welcher ein gehinderter Rückfluß des Bluts die Turgescenz bewirkt, weil die Venen in erigirten Theilen von Blut strotzen, und daß durch Compression der Venen mittelst Anlegung eines Bandes sich eine Anschwellung der Ruthe bewirken läßt. Magendie sah auch eine Art von Anschwellung, indem er bei einem Hunde die beiden großen Dorsalvenen der Ruthe unterband. Zu dieser Idee neigt sich auch Krause (Stieglitz patholog. Untersuch. I, 175), und glaubt, daß die musculi ischiocavernosi die Venen comprimiren. Indeß hat schon Haller (l. c. VIII. 563) bemerkt, daß durch diese Muskeln die Zellenkörper auseinander gezogen werden. Houston (Dublin Hospital Reports 1830, T. V) hat besondere Fasern zum Zwecke dieser Compression beschrieben. Allein obgleich es keinem Zweifel unterworfen ist, daß in den Buchten der Gefäße der Ruthe sich Blut bei der Erection ansammelt, so kann doch diese Ansammlung, wie sie auch bewirkt seyn mag, allein unmöglich die wahre Ursache der Turgescenz seyn, weil diese Blutansammlung wohl eine Ausdehnung und Anschwellung, nicht aber die bei der Erection und dem Turgor

überhaupt wesentliche Härte und Spannung der Theile erzeugt. Die Nachahmung der Erection durch Injectionen ist in der That ein bloß mechanisches Anschwellen durch Gefäßausdehnung, wobei der injicirte Theil weich und biegsam bleibt, ähnlich wie bei Blutunterlaufungen und typhösen Entzündungen. Die Hauptsache beim Turgor bleibt immer doch das Hartwerden und die starke Spannung der turgescirenden Theile, welche durch Blutansammlungen und Blutextravasate unerklärlich sind, die in der That mehr eine Folge als eine Ursache der Erection sind, indem diese auch bei gewöhnlichem Blutreichthume der Organe stattfinden kann.

§. 92.

Nach den oben angeführten Beobachtungen halten wir die lebendige Turgescenz überhaupt allein für eine Wirkung der peripherischen Gefäße, deren Wände sich durch verstärkte Anschwellung nach innen activ verdicken, und auf diese Weise sogar weniger Blut führen als gewöhnlich, indem sie sowohl das andringende Arterienblut zum Theil zurückhalten, als ihren eigenen Inhalt schnell in die Venen entleeren, in deren Sinus es sich dann ansammelt. Die zelligen Räume, in welche also die arteriellen und venösen Sinus hineinragen, bewirken nicht sowohl die Turgescenz, als vielmehr das eigenthümliche, diese Räume einschließende und bildende zellige erectile Gewebe, welches von den rein peripherischen Gefäßen ganz durchdrungen ist. Auf diese Weise allein ist auch die Schnelligkeit des Entstehens und Nachlasses des Turgor und insbesondere der Nerveneinfluß darauf erklärlich. Der directe Nerveneinfluß auf den Turgor ist immer unwillkürlich, und der Wille hat nur einen indirecten Einfluß darauf, obgleich sonst die meisten erectilen Organe mehr oder weniger unter dem Einflusse des Willens stehen. Dieses erklärt sich aus den interessanten Beobachtungen, welche wir, besonders in neuerer Zeit, über den Zusammenhang des vegetativen und animalen Nervensystems erhalten haben, aus denen hervorgeht, daß insbesondere die Nervenfäden, welche von Hirn- und Rückenmarksnerven zu den Gefäßen gehen, wahrscheinlich überall von Zweigen des sympathischen Nerven herrühren, welche in die Nerven des animalen Systems übergehen. Man kannte immer den Zusammenhang des Sympathicus mit dem nervus vagus und den bewegenden und empfindenden Augennerven, welche das ganglion ciliare in Ver-

bindung mit Zweigen vom Sympathicus bilden (man sehe besonders Weber, nervi sympathici anat. comp. Lips. 1817). Retzius (Isis 1827, S. 997) fand beim Pferde, daß der zweite Ast des nervus trigeminus graue Fasern enthalte, welche vom nervus vadianus profundus herrühren, der nicht als ein Zweig des Trigeminus zum Sympathicus, sondern umgekehrt wegen seiner grauen Substanz als ein Zweig vom Sympathicus zum ganglion sphenopalatinum des Trigeminus, zu betrachten ist, wie auch J. Müller bestätigt (Physiol. I, 651). Nach Tiedemann (Zeitschrift für Physiol. I, 237) erhalten alle Sinnesorgane Zweige vom Sympathicus. Van Deen (de differentia et nexu inter nervos vitae et animalis organicae. Lugd. Bat. 1834) hat hierüber ausführlich gehandelt, vorzüglich aber ist durch Giltay (de nervo sympathico diss. Lugd. Bat. 1834) die Kenntniß dieser Verbindungen durch interessante Beobachtungen vermehrt worden. Giltay hat außer den Zweigen vom Sympathicus, die sich wurzelartig mit dem nerv. vagus und glossopharyngeus verbinden, bei Fischen noch besondere Zweige zu diesem Nerven vom Sympathicus abgebildet, und auch Zweige des Sympathicus zu den Rückenmarksnerven, namentlich zu den Nerven der Extremitäten beschrieben, die sich mit der art. subclavia bei Amphibien verbreiten. Müller hat auch in den Nerven der Ruthe die grauen Fasern vom Sympathicus verfolgt. Wahrscheinlich rühren also die Gefäßnerven überall vom Sympathicus her, und hierdurch erklärt sich die Nerveneinwirkung auf die Gefäße bei der Turgescenz, deren schnelle Veränderungen den Turgor viel vollständiger als die bloßen Blutansammlungen erklären. Nach Günthers Beobachtung (Meckels Archiv 1828, S. 364) hatte Durchschneidung der Ruthennerven beim Hengst die Zerstörung der Erectionsfähigkeit zur Folge, aber dessen ungeachtet zeigte sich am folgenden Tage die Ruthe durch Blutanhäufung angeschwollen. Diese Anschwellung ohne Erection wäre unmöglich, wenn die bloße Blutansammlung Ursache der Erection wäre. So fand auch Krimer nach Durchschneidung der Schenkelnerven eines Frosches eine Stockung der Blutbewegung im peripherischen System mit Erweiterung der Gefäße, was ein Zustand von Lähmung ist. Aehnliche Phänomene beobachteten auch Koch (Meckels Archiv 1828) und Baumgärtner. Die frühere Vorstellung von Adelon (physiol. de l'homme, T. IV), Chaussier und Stieglitz (path. Unters.

I. 175), daß eine selbstständige Expansion des Ruthengewebes der Erection zum Grunde liege, nähert sich daher eigentlich der Wahrheit am meisten, jedoch war die Art dieser Expansion nicht erklärlich, bevor man nicht die wahren Verhältnisse der peripherischen Gefäße, wodurch diese Expansion bewirkt wird, genauer darstellen konnte. Auch die Nerven scheinen nicht direct auf das erectile Gewebe, sondern nur auf die peripherischen Gefäße zu wirken, die es durchdringen, denn auch der Turgor in dem Schenkel eines Frosches erlosch, nachdem Burdach den Schenkelnerven durchschnitten hatte (Physiol. 4, 470). Die Turgescenz der Haut und der damit zusammenhängenden Theile, z. B. des contractilen Gaumenorgans der Fische, dessen Turgescenz Weber (Meckels Archiv 1827, 309) entdeckte, scheint sich im Wesentlichen ebenso wie in der Ruthe zu verhalten. Ueberall rührt das stärkere Pulsiren der Arterien der turgescirenden Theile von der Spannung des andringenden Bluts gegen die verengerten peripherischen Gefäße her, deren Grad der innern Expansion allein die verschiedene Härte und Spannung der turgescirenden Theile erzeugt.

Die Entzündung.

§. 93.

Die Entstehung der Entzündung ist dem Zustande der Turgescenz ähnlich, aber im weitern Verlauf unterscheidet sie sich sogleich durch den mehr activen Antheil, den das Blut an ihrer Bildung nimmt, wogegen beim Turgor die Gefäße mehr activ sich verhalten. Die Beobachtungen von Thomson, Hastings, Kaltenbrunner stellen im Allgemeinen die äußern Erscheinungen der peripherischen Ströme und ihres Inhalts bei der Entzündung richtig dar, lehren aber ihre Bedeutung, besonders das Verhältniß des Bluts zu den Gefäßen, nicht kennen. Man sieht anfangs, aber nicht immer gleich merklich, durch die Reizung der Gefäße eine Turgescenz und Verengerung ihrer Mündung, bald aber folgt, mit Erweiterung derselben, eine starke Anziehung des Bluts, das die Wandungen völlig durchdringt, sie bis zum Verschwinden auflös't und in dem Maße sich in unmittelbarer Berührung mit dem Parenchym immer langsamer bewegt, bis zum gänzlichen Stillstehen. Zuerst unterscheidet man dann die ruhenden Blutströme von dem zwischenliegenden farblosen Parenchym noch durch ihre gleichmäßig rothe

Farbe; bald aber vermischt sich auch die Farbe der Ströme mit dem Parenchym gänzlich, und nun ist das ganze Gewebe zu einer durch und durch gleichförmig roth gefärbten Masse verändert, in welcher sich Blutgefäße und Parenchym so völlig in einander aufgelöst und durchdrungen haben, daß das Ganze ein völlig neues Gebilde darstellt, worin man keine Spur von Gefäßen mehr unterscheiden kann. Merkwürdig ist, daß, wie auch schon Hastings, Koch und Wedemeyer beobachtet haben, hierbei die Blutbläschen ganz verschwinden, denn ohne deren Auflösung würde der gänzliche Uebertritt der Blutsubstanz in das Parenchym unmöglich seyn. Das Blut löst sich also zuerst in sich gänzlich auf, bevor es die Gefäße auflöst und das Parenchym durchdringt. Man kann diese Auflösung der Blutbläschen, welche nur ein organischer Erregungsproceß zu seyn scheint, auch im gesunden Blute durch Zusatz scharfer reizender Dinge, wie Aether, concentrirter Tabaksdecoct, Cantharidendecoct bewirken, obgleich diese Dinge gar keine chemische Einwirkung auf die Bläschen haben. Wahrscheinlich geht also die Entzündung überall von einem erhöhten Reizzustand im Blute selbst aus, wodurch dieses denn in einzelnen Organen mit dem Parenchym derselben in verstärkte Wechselwirkung tritt, und sich ganz und gar in den Bildungsproceß überträgt und darin erstarrt. Der entzündete Theil tritt also im vollendeten Zustande der Entzündung ganz aus der Sphäre des Circulationsprocesses heraus, nimmt keine Blutströme mehr auf und gibt keine mehr ab. Der Zustand des circulirenden Bluts im Körper mit entzündeten Organen ist also nicht von einer Vermengung von Blut aus dem entzündeten Theile mit dem übrigen Blut abzuleiten, im Gegentheil kann das entzündete Organ höchstens einen mittelbaren Einfluß auf seine Qualität ausüben. Sonst würde man auch einen Theil der Bläschen im sogenannten entzündeten Blut aufgelöst und das Plasma darin roth gefärbt finden, was aber nicht der Fall ist. Aus jener verstärkten Wechselwirkung des Bluts mit dem Parenchym geht wohl die größere Wärme-Entwicklung, aus dem Erstarren des ganzen Bluts in dem Parenchym die Geschwulst und ihre Härte hervor. Sogenannte asthenische Entzündungen verhalten sich wahrscheinlich ganz anders und sind bloße Blutansammlungen in passiv erweiterten Gefäßen. Der Bildungsproceß des Bluts in Entzündungen ist also sehr wohl

von dem gesunden plastischen Processe zu unterscheiden, indem bei diesem bloß das Plasma des Bluts durch die Gefäße mit dem Parenchym in Verbindung tritt, während die Bläschen zurückströmen. In der Entzündung ist der Bildungsproceß qualitativ abweichend, nicht bloß dem Grade nach erhöht. Beim Nachlasse der Entzündung scheint allmählich eine vollkommene Colliquation und Resorption der entzündeten Gebilde durch die umliegenden Gefäße zu geschehen, während allmählich anfangs plastische Ströme sich neu in dem entzündeten Gebilde entwickeln, die später in Bläschen führende übergehen. Wenn man an einzelnen Stellen der Ränder noch die Merkmale der frühern erstarrten Ströme erkennt, bemerkt man, daß diese sich selbst nicht plötzlich wieder in Bewegung setzen, sondern neben ihnen neue Ströme entstehen. Alles dieß hat große Aehnlichkeit mit der ursprünglichen Bildung der peripherischen Gefäße im Embryo.

Bildung der peripherischen Gefäße im Embryo.

§. 94.

Malpighi schon hatte erkannt, daß im Umfange (dem Gefäßhof) der Keimhaut des bebrüteten Hühnchens innerhalb der ersten 24 Stunden zuerst eine netzförmige Bildung sichtbar werde, in deren Gängen zwischen den Maschen eine durchsichtige Flüssigkeit bemerklich sey, die sich anfangs nicht bewege, später aber gegen die Mitte ströme (Opera omn. Lond. 1686, de formatione pulli in ovo, p. 3, 4, Tab. I. Fig. V — IX). Er nennt die Ströme rivuli colliquamenti, sagt aber nicht bestimmt, daß aus ihnen die Blutgefäße sich bilden, obgleich seine Abbildungen der verschiedenen Entwicklungsstufen deutlich darauf hinweisen, und auch der Uebergang der ersten Form des Plasma, was in den Strömen enthalten ist (colliquamenti species Malp.), in eine blutartige Materie (sanguinea materies) und später in wirkliches Blut von ihm richtig beschrieben wird (l. c. p. 5, 6). Er läßt diese Ströme nicht gegen die Mitte in den durchsichtigen Hof der Keimhaut übergehen, sondern stellt sie, als gegen diesen aufhörend, dar. C. F. Wolff hat später zuerst den wirklichen Uebergang dieser farblosen, netzförmigen Ströme in wahre Blutgefäße verfolgt (Theoria generationis ed. alt. Halae 1774). Nach Wolff bilden sich im Umfange der zuerst gleichförmig körnigen

Keimhaut mehr oder minder getrennte körnige Inseln, zwischen denen Lücken entstehen, welche eine farblose Flüssigkeit enthalten, die sich später bewegt und in Blut übergeht, während die Lücken zwischen den Inseln zu Rinnen und wirklichen Gefäßen werden. Wolff sagt aber auch wie Malpighi, daß in dem mittlern Theile der Keimhaut, dem durchsichtigen Hof um den Embryo, zuerst noch keine Gefäßrinnen sind, und daß diese erst später entstehen, wenn das Blut in das Herz tritt. Hiervon weicht die Ansicht Panders (Beiträge z. Entwicklungsgeschichte des Hühnchens, Würzb. 1818 c. Tab.) darin ab, daß nach ihm die Inseln des Gefäßhofes selbst sich verschmälern und maschenartig in einander fließen, um in Blutströme überzugehen, während aus den Zwischenräumen derselben sich die Gefäßwände bilden. Pander zeigte aber, daß sich an der Keimhaut drei Schichten unterscheiden lassen, in deren mittelster sich die Gefäße bilden. v. Baer fand bei seinen schönen Untersuchungen, daß eine Strömung in den Räumen zwischen den Inseln erst im durchsichtigen Fruchthofe zu erkennen sey, weil der Gefäßhof zu dunkel erscheine, daß aber sich im Gefäßhofe zuerst rothes Blut bilde, während im Fruchthofe noch keine Strömung zu erkennen sey. Sonst stimmt Baer darin mit Wolff und Malpighi überein, daß die Ströme sich aus den Rinnen zwischen den Inseln bilden (Entwicklungsgeschichte der Thiere I, 31, 32). Es frägt sich, wie sich die Ansicht von Pander, nach welchem die Inseln zu Strömen werden, mit der Darstellung Wolffs, nach der die Rinnen zwischen den Inseln die Ströme bilden, vereinigen läßt. Mir scheinen diese scheinbaren Widersprüche darin zu liegen, daß die ursprünglich hellen Rinnen, in welchen das durch Colliquation gebildete Plasma sich von der übrigen Substanz absondert, später durch Ansammlung von Dotterkügelchen in ihnen wieder dunkler werden, so daß sie nun als Reihen ähnlicher Kügelchen, aus denen die Inseln gebildet sind, erscheinen. Zuerst fand ich bei meinen Untersuchungen ebenfalls helle Rinnen zwischen dunkeln Inseln. Später kehrte sich das Verhältniß um. Die farblose, in den Rinnen langsam sich fortbewegende Flüssigkeit (das Plasma) nimmt von Zeit zu Zeit seitlich an die Rinnen stoßende Kügelchen mit sich fort; diese aber gehen noch nicht regelmäßig mit dem Strome weiter, sondern häufen sich reihenweise in den Rinnen an, während das

Plasma zwischen ihnen durch weiter strömt; daher man denn die Ströme durch dunkle Kügelchenreihen angedeutet sieht (Tab. V, Fig. 1, 2); v. Baer bemerkt richtig, daß man die ganze Kügelchenreihe nicht sogleich strömen sieht, achtet man aber genauer auf sie, so erkennt man an dem periodischen Weiterrücken einzelner Kügelchen, daß das durchscheinende Plasma in der That zwischen ihnen in Bewegung ist. Die Strömung von reinem Plasma überhaupt ist also lange vor der Bildung des rothen Bluts vorhanden, nur daß die Kügelchen, durch deren Colliquation es sich bildet, wie wir oben gezeigt haben, noch nicht regelmäßig mitströmen. Nun strömen die Kügelchen aber allerdings schon theilweise früher mit, als das Blut rothe Bläschen bildet, und ich kann v. Baer darin nicht beistimmen, daß im Gefäßhofe schon rothes Blut sey, während im Fruchthofe noch keine Strömung vorhanden sey, im Gegentheile strömt das reine Plasma zuerst ohne Dotterkügelchen, und vor der Bildung der Blutbläschen sowohl im Dunkeln vom Gefäßhofe, als im durchsichtigen Fruchthofe, was man bisher ganz verkannt hatte, und was allerdings sehr schwierig zu beobachten ist, weil man anfangs nur in der periodischen Mitbewegung der Dotterkügelchen die Strömung des Plasma erkennt. Ich habe die Gefäßnetze in der area pellucida nach meinen Beobachtungen in Fig. 1, 2 der Tab. V dargestellt. Es frägt sich hierbei aber, wie es geschieht, daß die Dotterkügelchen aus dem Innern des Schleimblattes der Keimhaut zu den Gefäßen in dem Gefäßblatte durchdringen. Die Sache selbst leidet keinen Zweifel, und selbst in der spätern Periode der Entwicklung, wo schon vollständige Bläschenbildung und rothe Färbung derselben vorhanden ist, strotzen die letzten Ramificationen der venae omphalomeseraicae von resorbirten noch gelben Dotterkügelchen, die auf die oben angegebene Art in Blutbläschen umgebildet werden, indem sie sich dem rothen Blute zumischen, und zuerst zwischen den Bläschen deutlich zu unterscheiden sind. Die vasa vitelli lutea sind nichts als die von Dotterkügelchen gelb gefärbten Blutgefäßverzweigungen. Um diesen Uebergang der Dotterkügelchen in die Gefäße zu verstehen, muß man zuerst nicht glauben, daß die Trennung des vegetativen Blatts der Keimhaut in Schleimblatt und Gefäßblatt schon ursprünglich vorhanden und selbst später so bestimmt ist, daß beide äußerlich zu sondern wären. Im Gegentheil ist in der ersten Periode eine so innige Verbindung beider, daß die

Gefäße die Schleimhaut ebenfalls durchdringen und sich überall in ihr verbreiten, indem sie sich auch in die Tiefe verlängern. Alsdann glaube ich nach Analogie vieler Beobachtungen annehmen zu müssen, daß das Gefäßparenchym, welches die Dotterkügelchen von dem Innern des Gefäßes trennt, an einzelnen Stellen resorbirt wird, wodurch sich seitliche Erweiterungen, die anfangs als bloße Buchten erscheinen, bilden. Die Dotterkügelchen, welche nun in diesen Buchten zuerst außerhalb lagen, kommen dadurch ins Innere des Gefäßes zu liegen, und man sieht sehr deutlich, daß die erst seitlich oder in der Tiefe ruhenden Kügelchen nun mit dem Strome weiter bewegt werden, in dem Maße, als die zwischenliegende Substanz resorbirt wurde. So schreitet zugleich die Gefäßentwicklung weiter. Deutlicher noch als im bebrüteten Hühnchen beobachtete ich den Uebergang der Dotterkügelchen in die Gefäße in den Fisch-Embryonen, Tab. III, Fig. 1 a, b, Fig. 2, a, b. Die plastischen Gefäße, welche hier auf dem Theile der Keimhaut, der sich über den Dotter ausbreitet, zuerst als ein durchsichtiges helles Netz sichtbar werden, verbreiten sich hier oft große Strecken ihrer Länge nach durch seitliche Resorption ihrer Wandungen, wodurch die außerhalb der Gefäße gelegenen Dotterkügelchen nun in den Gefäßraum aufgenommen und beweglich werden. Dieß geschieht gewöhnlich nur mit einzelnen oder wenigen Dotterkügelchen zugleich, so daß man das Phänomen sehr gut verfolgen kann. Die Stellen nun, wo früher die Dotterkügelchen ruhig lagen, bilden nach Fortbewegung derselben Ausbuchtungen der Gefäße, die sich hier oft zu ganz breiten Strombetten ausdehnen. Nicht selten sieht man auch, besonders im Absterben des Embryo, das Umgekehrte, so daß die Dotterkügelchen sich wieder festsetzen und den Strom verengern, was nicht anders geschehen kann, als daß sich organische Substanz um die Kügelchen wieder ansetzt, wie sie sich früher verflüssigt hatte. Auch bei denjenigen Fisch-Embryonen, wo die Dottersubstanz, wie beim Barsch, nicht in Kügelchen geformt ist, sondern eine gleichförmige Fettmasse bildet, scheint sie sich doch immer vor der Resorption in Kügelchen zu formen, daher man im Beginn der Gefäßbildung immer zerstreute Kügelchen (Tab. III, Fig. 3, f) auf der gleichförmigen Fettmasse sieht. Ich habe nicht unterscheiden können, ob nicht vielleicht eben so wie bei der Chylusbildung aus dem Darm der höhern Thiere das ganz gleichförmig flüssige Fett

von den Gefäßen resorbirt und hier erst in Kügelchen geformt wird.

Im Ganzen kann man also sagen, daß die Gefäßbildung durch Colliquation einzelner Stellen der Gefäßwand, und, von hier aus weiter, des organischen Parenchyms geschieht, wodurch sich zugleich Plasma bildet, das mit in die Strömung übergeht. Offenbar muß hierbei die Gefäßwand selbst in einem beständigen Reproductionsprocesse begriffen seyn, wodurch das Gefäß sich sogleich wieder in sich schließt und nur mittelbar mit dem übrigen Parenchym in Verbindung tritt.

Das centrale Gefäßsystem.

1. Entwicklung im Embryo.

§. 95.

Zu dem centralen Theile des Gefäßsystems gehört das Herz mit den Gefäßstämmen und deren Verzweigungen, die das Herz mit dem peripherischen System verbinden. Die Bedeutung des Herzens und sein Verhältniß zum übrigen Gefäßsystem wird am meisten durch seine Entstehung und die Stufen seiner Ausbildung klar, weil das Verhältniß der Gefäße hierbei dasselbe ist, wie es bleibend im entwickelten Zustande sich wiederholt. Wenn man die Entwicklung des Gefäßsystems in der Thierreihe betrachtet, so scheint es hier keinem Zweifel unterworfen, daß das peripherische Gefäßsystem sich früher als das Herz bildet, und daß die Gefäße selbst sich in das Herz umbilden, das Herz also ursprünglich ein wahres Gefäß ist. Diese Thatsache war aber, was die Bildung des Herzens im Embryo betrifft, nicht so ausgemacht, im Gegentheil neigte sich die Ansicht der größten Beobachter dahin, daß das Herz im Embryo abgesondert von dem Gefäßsystem entstehe, und daß die Gefäße später erst aus dem Herzen sich bilden, oder in das gebildete Herz hineinwachsen, und sich mit ihm verbinden, wie Wolff und Pander es darstellen (vergl. Kilian Kreislauf des Bluts im Kinde, S. 48), obgleich sich schon Malpighi nicht verhehlte, daß es wahrscheinlich sey, daß das Herz aus einem gekrümmten und erweiterten Gefäße durch Hinzubildung von Fleischfasern entstehe, da man schon vor der Herzbildung eine Flüssigkeit in den Gefäßen sehe (l. c. p. 5). Die ausgezeichnetsten neuesten Beobachter, wie v. Baer, Rathke, lassen uns über den ersten Zusammenhang des

Herzens mit den Gefäßen in Ungewißheit, und ungeachtet der Vollständigkeit, mit welcher wir die Entwicklung des Herzens nach seiner Entstehung kennen, bleibt also die Kenntniß seiner ursprünglichen Bildung noch näher zu erörtern, was wir in kurzen Umrissen unserm Zwecke gemäß hier versuchen wollen. Wir glauben dabei auf die Zeit der Bildung überhaupt weniger Rücksicht nehmen zu müssen, weil diese nach Maßgabe der äußern Einflüsse, besonders der Wärme, die auf den Embryo einwirkt, sehr verschieden ist, und es in der That weniger darauf ankommt, eine Entwicklungsgeschichte nach Tagen, Stunden und Minuten, als nach den Gesetzen, welche die Bildung regieren, zu haben.

§. 96.

In den Fisch-Embryonen (Cyprinus erythrophthalmus) sieht man bei stärkern Vergrößerungen das plastische peripherische Gefäßnetz, welches sich auf dem Theile der Keimhaut, welcher den Dotter umgibt, bildet, von der obern und untern Seite (Tab. III, Fig. 1, a, b) sich gegen die Lebergegend hin (e) vereinigen. Die Bewegung des Plasma in dieser Richtung dehnt diesen Theil des Gefäßnetzes besonders an der äußern Gränze aus, indem sich das Plasma darin ansammelt. Diese Gefäßausdehnung erscheint dann außerhalb der Lebergränze zwischen dieser und dem Kopfe des Embryo, der um diese Zeit noch nach vorn um den Dotter gekrümmt ist, in Form eines langen sichelförmig von unten nach oben gebogenen Schlauches (Fig. 2, d). Die Wandungen dieses Schlauches verdicken sich stark und fangen dann an, sich wellenförmig zu bewegen. So wie das geschieht, zieht sich der Gefäßschlauch, welcher die erste Form des Herzens darstellt, ganz aus dem peripherischen Gefäßnetz hervor, so daß dieses nur mit einzelnen Zweigen in das untere Ende desselben einmündet, die sich später zu wenigen Stämmen vereinigen. Solcher Stämme sind zuerst auf jeder Seite zwei; einer der von der sich nun mehr nach oben und hinten zurückziehenden Leber, ein zweiter der von der untern Seite des Dotters kommt. Diese beiden Stämme sieht man auch oft in spätern Perioden, kurz vor dem Ausschlüpfen aus dem Ei, noch deutlich, wie sie an dem Embryo des Barsches (Perca fluviatilis) Tab. 3, Fig. 3, a. 1, b, 1 von mir dargestellt sind. Ehe das schlauchförmige Herz anfängt sich zu bewegen, sieht man von seinem vordern Ende keine deutliche

größere arterielle Gefäßverlängerung ausgehen, die sich jedoch bald zeigt, nachdem die Bewegungen eine Zeit lang fortgedauert haben, und zwar zuerst als ein ganz einfaches, beim Austritte knieförmig nach oben gebogenes Gefäß, in welches die Spitze des Herzschlauches sich verschmälert (Tab. III, Fig. 2, a). Zu dieser Zeit sieht man noch keine bleibenden Einschnürungen in der Quere des Herzschlauches, sondern die wellenförmigen Bewegungen gehen noch ununterbrochen von einem Ende zum andern fort. Daß die Höhle des Herzens jetzt schon von einem farblosen Plasma durchströmt ist, erkennt man auch im Schattenlichte sehr leicht an den einzelnen von Zeit zu Zeit mit demselben durchströmenden Dotterkügelchen, die sich später wieder am hintern Ende der Arterien, besonders aber an dem Uebergange derselben in die Schwanzvene (Tab. III, Fig. 2 u. 3, f, g) ansammeln, während das Plasma zwischen den Kügelchen hindurch weiter strömt und in das peripherische Dotternetz zurückgeht. Kurz vor dem Ausschlüpfen des Embryo erhält der Herzschlauch zuerst in der Mitte eine bleibende Einschnürung, wodurch er sich in Vorkammern und Herzkammern abtheilt (Tab. IV, Fig. 1, a u. Fig. 2, d). Es geschieht dieß, indem eine wirkliche Gliederung an die Stelle der wellenförmigen Bewegung tritt, und damit zeigen sich zuerst rhythmisch alternirende Contractionen und Expansionen beider Abtheilungen. Eine zweite Einschnürung theilt jetzt auch die Herzkammer noch in zwei Abtheilungen; die eigentliche Kammer und die Aortenzwiebel (Tab. IV, Fig. 3, d). Am deutlichsten kann man diese Entwicklungsstufen bei der Plötze (Cyprinus erythrophthalmus) beobachten, weil hier der Herzschlauch auch nach der Abtheilung in Kammern ganz langgestreckt bleibt, doch ist die Sache wesentlich dieselbe, wo das Herz sich dabei in einer Schlinge umbiegt, wie bei Perca fluviatilis (Tab. III, Fig. 3, d). So lange das Herz noch nicht in Kammern abgeschnürt ist, ist das Plasma noch ohne Bläschen, führt nur wenige Dotterkügelchen mit sich und ist farblos. Die Bläschenbildung und rothe Färbung tritt erst mit der Bildung der Kammern ein. Hiermit ist zugleich eine gänzliche Veränderung des ganzen Gefäßsystems durch Entwicklung des Gegensatzes zwischen Peripherie und Centrum gegeben. Vor der Kammerbildung ist mit dem Mangel dieses Gegensatzes und der Kiemenbildung der Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut noch nicht vorhanden. Der Herzschlauch ist noch ein bloß erweiterter Theil des peripheri-

schen Systems selbst, und hat dieselbe indifferente Natur, wie der übrige Theil desselben. Sobald aber die Kammerbildung entsteht, beginnt sogleich auch die Kiemenbildung, indem sich das aus dem Herzen entspringende Gefäß zuerst in zwei, dann stufenweise bald in immer mehrere peripherische Kiemengefäße verzweigt (Tab. IV, Fig. 1, 2, 3, c), die sich dann wieder zu einem arteriellen Stamme (Aorta) vereinigen. Zuweilen konnte ich deutlich beobachten, daß die Kiemengefäße sich in zwei Stämme, einen vordern, welcher die aufsteigende, und einen hintern, welcher die absteigende Aorta bildet, theilen (Tab. IV. Fig. 3, c), so daß also die aufsteigende Aorta zum Kopfe, vor der absteigenden zum hintern Theile des Körpers ganz getrennt war; doch konnte ich nicht entscheiden, ob dieß eine bleibende und allgemeine Bildung ist. Vor der Bildung der Kiemengefäße bildet die Fortsetzung des aus dem Herzen gehenden Gefäßes einen einfachen Schlauch, der keine Gefäßzweige abgibt, und sich, indem er unter der Rückenwirbelsäule entlang geht, vor der Schwanzspitze wieder in das peripherische Gefäßnetz ergießt, welches mit dem Dotternetz zusammenhängt (Tab. III, Fig. 2, g). Die Maschen dieses Netzes ziehen sich immer mehr in die Länge, und verfließen allmählich zu einem einfachen Stamme, welcher nun die rückführende Vene bildet (Tab. IV, Fig. 1, g), in deren Stamm anfangs noch deutlich sichtbar die Zweige des peripherischen Leber- und Dotternetzes münden (a, c). Sie nimmt auch eine einfache Kopfvene vorn auf. In diesem Zustande bildet das ganze Gefäßsystem einen einfachen Kreis fast ohne alle bemerkbaren Nebenverzweigungen, weil allmählich das ursprüngliche Dotternetz obliterirt, und die neuen arteriellen und venösen Gefäße sich noch nicht verzweigen. Sobald aber mit der Entstehung der Kammern im Herzen die Kiemengefäße entspringen, tritt gleichzeitig auch eine neue peripherische Körperverzweigung des arteriellen Stammes ein (Tab. IV, Fig. 2, 3, f), indem sich gleich hinter dem Kopf in der ganzen Länge des Körpers in einem rechten Winkel vom Stamm aus neue peripherische Gefäßschlingen bilden, die nun erst mittelbar wieder zur Vene (g) ebenso in einem rechten Winkel zurückkehren. Mit der vollendeten Centralisation des Gefäßsystems, durch die Abtheilung des Herzschlauches in Kammern, tritt also zugleich der neue Gegensatz eines peripherischen Gefäßsystems in den Kiemen und im Körper ein, während der nicht mit in diese neue Bildung eintretende

Theil des ursprünglichen rein peripherischen Gefäßsystems ganz zu schwinden scheint. Nunmehr ist der Gegensatz von Arterien und Venen gegeben, welcher an beiden Extremen durch peripherische Gefäße vermittelt ist.

§. 97.

Aehnlich als bei den Fischen entwickelt sich auch im bebrüteten Hühnchen das Herz aus dem zuerst rein peripherischen Gefäßsystem. Zunächst wollen wir bemerken, daß das peripherische Gefäßnetz in der Keimhaut nicht bloß, wie man es nach Pander bisher annahm, in der area vasculosa, sondern auch bis zum Embryo in der area pellucida überall ursprünglich sich verbreitet, wie es Tab. V, Fig. 1, 2 und Tab. VI von mir dargestellt ist. Man darf sich also das Gefäßblatt der Keimhaut nicht ringförmig, bloß den Umfang umgebend vorstellen, sondern es verbreitet sich scheibenförmig über die ganze Ausdehnung der Keimhaut überhaupt, und ist nur in der Peripherie anfangs stärker entwickelt, wie es das animale Blatt in der Mitte ist. Doch erfordert es die größte Behutsamkeit in der Absonderung der unverletzten Keimhaut von den Eitheilen, die nur unter warmem Wasser mit Erfolg vorgenommen werden kann, um die Gefäße auch in der area pellucida zu sehen. Zunächst zeigt sich hier und bei den Säugethieren die Eigenthümlichkeit, daß der kreisförmige Umfang des Gefäßnetzes durch ein größeres alle Gefäßmaschen verbindendes und begränzendes Gefäß, den sogenannten sinus terminalis, welchen wir Kranzader nennen wollen, eingeschlossen wird. Dieser sinus terminalis ist der Haupttheil in dem peripherischen Gefäßsystem des Vogel-Embryo, durch den sich später das Herz bildet. Ueberblickt man den ganzen Umfang der Keimhaut (Tab. V, Fig. 1, 2, Tab. VI), so fällt sogleich in die Augen, daß der ganze Gefäßhof, und insbesondere der Kreis des sinus terminalis nicht ganz geschlossen, sondern über dem Kopfende des Embryo (d) offen zu seyn scheint. Bei näherer Betrachtung aber findet man, daß der Kreis hier in der That nicht offen, sondern bloß nach unten gegen den Embryo hin eingebogen ist, und daß der ganze obere Theil des vom Sinus umschlossenen Gefäßnetzes sich in der Richtung dieser Einbiegung gegen das Kopfende des Embryo hin in der area pellucida erstreckt, indem er sich zu beiden Seiten in zwei armförmige Erweiterungen der Gefäßschicht (a, c) fortsetzt,

die sich in der Mitte des Embryo vereinen, und eigentlich den Gefäßkreis von oben schließen. Zuerst liegt der Kopf des Embryo ziemlich in der Höhe des Umfangs des Gefäßkreises an der obern Einbiegung, und die area pellucida ragt oben über die area vasculosa hinaus. Nach und nach zieht sich der Embryo mehr nach unten zwischen den Seiten des Gefäßhofes hinein, so daß das Kopfende des Embryo nebst dem obern Ende der area pellucida von dem obern Ende der area vasculosa mehr überragt wird, und letztere über dem Kopfe des Embryo, an der Stelle der Einbiegung des sinus terminalis, sich von beiden Seiten mehr gegen die Mitte zu vereinigen strebt, um die Spalte der area vasculosa über dem Kopfe des Embryo zu schließen, was jedoch auf dieser Stufe, ungefähr zwischen der 20—30sten Stunde, noch nicht geschieht. In dem Maße, als die den sinus terminalis um das Kopfende des Embryo schließende armförmige Erweiterung der Gefäßhaut in der area pellucida sich mit dem Embryo tiefer senkt, zieht sie sich am untern Rande mehr canalförmig zusammen (Tab. V. Fig. 2, e) und setzt sich in der Mitte des Embryo nach oben in einen zugerundeten Schlauch fort, dessen dunkles Innere man nicht unterscheiden kann. Der untere Theil des Schlauchs mit seinen beiden armförmigen Verlängerungen zum sinus terminalis der area vasculosa bildet sich zum Herzen um; der obere Theil scheint das Rudiment der Lungen zu seyn, die sich durch die Stufe der Kiemenbildung daraus entwickeln. Das Herz entsteht nun aus dem mittlern Theile des armförmigen Schlauchs, indem dieser sich in die Länge ausdehnt, und dabei zuerst bogenförmig zur Seite und nach außen krümmt (Tab. VI, Fig. 1, f), während die Seitentheile sich gegen denselben abschnüren und zu engern Gefäßen zusammenziehen (Fig. 1, e). Nun bilden diese Seitenarme des Herzens zugleich einfache Gefäßstämme, die sich bogenförmig nach oben zurückschlagen, und geradezu in den sinus terminalis fortsetzen oder aus ihm entspringen, während die seitlichen Ramificationen des übrigen Gefäßnetzes bloß in sie seitlich einmünden, so daß man den unmittelbaren Zusammenhang dieses Sinus mit dem Herzen hier erst recht deutlich erkennt. Unterdessen senkt sich der Embryo mit der area pellucida immer tiefer in die area vasculosa nach unten, oder vielmehr die area vasculosa wächst nach oben über die area pellucida hinaus, und schließt sich oben durch Annäherung von beiden Seiten vollkommen, so daß die ur-

sprüngliche Spalte zwischen den eingeschlagenen Theilen des sinus terminalis sich vollkommen schließt, und die area pellucida von der area vasculosa ringförmig eingeschlossen erscheint (Tab. VI, Fig. 1, 2). Man erkennt nun leicht, daß das Herz ursprünglich nichts als der von oben gegen den Embryo eingeschlagene Theil des sinus terminalis ist, der sich durch den Andrang des Blutplasma gegen denselben schlauchförmig erweitert, und dann durch Verstärkung seiner Wandungen ein Contractionsvermögen erhält, wodurch er sich von seinem Inhalte wieder entleeren kann. Die erste Bewegung des Herzens, so lange es noch von farblosem Plasma durchströmt ist, ist bloß wellenförmig, und setzt sich von den Seitenarmen (Tab. V. Fig. 2, a) gegen den mittlern Theil fort. Sobald rothes Blut einströmt, schnürt es sich in drei Abtheilungen: Vorkammer, Kammer und Aortenzwiebel, wie bei den Fischen ab, die ursprünglich auch eben so einfach sind. Sobald diese Abschnürungen geschehen, dehnt sich das Herz immer noch in die Länge aus, und bildet eine weit vorstehende Schlinge vor dem Brusttheil des Embryo (Tab. VI, Fig. 2), an der die drei Abtheilungen, wie es schon Malpighi bekannt war, durch mehr oder weniger lange Verengerungen canalförmig verbunden erscheinen. Namentlich ist die Einschnürung zwischen Vorkammer und Kammer oft sehr lang (canalis auricularis Haller), und auch die beiden vom sinus terminalis in die Vorkammern tretenden Venen sind durch einen mehr oder weniger langen Canal vom Herzen getrennt, so daß oft nur eine einfache Vene in das Herz zu treten scheint, indem sich die Spaltung ganz nach dem Sinus hin zurückzieht. Der sinus terminalis hat vor und während der Herzbildung seine höchste Ausbildung als Einheitspunkt des peripherischen Systems. Nach der Herzbildung wird der Sinus vom Herzen gleichsam absorbirt, und verschwindet nun in dem Maße, als das Herz sich entwickelt.

§. 98.

Außer den Quereinschnürungen, wodurch sich Vorkammer, Kammer und Aortenzwiebel bilden, entstehen nun im Vogelherzen, ähnlich wie im Säugethier- und Menschenherzen, noch die Seitenabtheilungen für das venöse und arterielle Blut durch Längsscheidewände, welche sich durch Vorsprünge nach innen, ähnlich wie die Querscheidewände, bilden. Der Verlauf dieser Entwicklung ist von

Malpighi, Haller, Pander und vorzüglich genau durch v. Baer beschrieben worden, so daß wir besonders auf ihn verweisen. An der Vorkammer bilden sich zwei Ohren, zuerst ohne Scheidewand; an den Kammern springt die Innenwand von beiden Seiten gegen die Mitte ein, und beide Vorsprünge verwachsen nach und nach zu einer erst unvollkommenen, nachher vollkommenen Scheidewand, wodurch die ursprünglich einfache Kammer in zwei Abtheilungen: die rechte für venoses und die linke für arterielles Blut gebildet wird. Alsbald setzt sich die Theilung auch in den Ohrcanal fort, in dem zuerst innen eine Längsfalte erscheint, und auch in der Aortenzwiebel erscheint durch vorspringende Falten eine innere Längstheilung, wodurch in ihr, gegen den siebenten Tag der Bebrütung, zwei, wie zuerst im Herzen sich spiralförmig windende, den getrennten Herzkammern entsprechende Canäle entstehen, was sehr an die spiralförmige Drehung der Saftströme in der Rotation bei mehreren homorganischen Pflanzen erinnert. Die Längseinschnürung in der Vorkammer bildet lange Zeit nur eine unvollständige Scheidewand, die durch eine Lücke zwischen den eintretenden Venen (das eirunde Loch) ausgeschnitten ist.

§. 99

Die centrale Gefäßbildung, welche das Herz mit dem peripherischen System verbindet, zeigt, den Entwicklungsstufen des Herzens entsprechend, ebenfalls mehrere Stufen im Vogel-Embryo. Die erste Stufe, während das Herz noch einfach ist, ist durchaus der Gefäßbildung der Fische im Wesentlichen entsprechend, nur mit dem Unterschiede, daß die Dottergefäßentwicklung beim Vogel weit mehr hervortritt. Die Zweige, welche von der Kranzader in das Herz treten, bilden, ähnlich wie bei den Fischen, die Ströme des Dotternetzes, die Rudimente der Hohlvenen. Gewöhnlich sind es nur zwei Venenstämme, die von der obern Einbiegung des Keims nach dem hintern Ende des Herzens gehen, und selbst diese verbinden sich, wie schon Malpighi kannte und v. Baer genauer verfolgt hat, zu einem einzigen. Da diese Stämme seitlich überall mit dem peripherischen Netz zusammenhängen, so können sie von allen Seiten das Blut aufnehmen (Tab. VI, Fig. 1, 2, e), auch ohne Gefäßstämme von unten. Nicht selten aber bildet sich auch noch ein unterer Stamm, welcher (Tab. VI, Fig. 2, f) von dem entgegen-

gesetzten Ende der area vasculosa heraufsteigt und sich mit den obern Venen verbindet. Der vordere Theil des Herzschlauches (welcher wie die Kranzader selbst überall ursprünglich noch mit dem peripherischen System zusammenhängt) sendet anfangs (drei oder) mehrere, den Kiemengefäßen der Fische ähnliche, arterielle Zweige aus, die sich sogleich wieder bogenförmig zu einem gemeinsamen Stamme verbinden und offenbar nichts Anderes als erweiterte Zweige des peripherischen Netzes sind, welches ursprünglich mit dem Herzen zusammenhing (Tab. VI, Fig. 1, 2, h). Malpighi kannte diese Kiemengefäßbogen schon und bildete sie ab (l. c. Tab. II, Fig. 13, 15), aber Huschke (Isis, 1827, S. 402) und Rathke (Isis, 1828, S. 83) setzten erst ihre Analogie mit der Fischbildung näher auseinander. Der Stamm, zu welchem sich die Kiemengefäße verbinden, verlängert sich in einen kleinern obern Zweig zum Kopf und in einen größern an der Wirbelsäule nach hinten verlaufenden, welcher sich nur mit kleinen Nebenästen im Körper des Embryo verbreitet, und dann in der Mitte des Körpers in zwei rechtwinkelig wieder zur area vasculosa sich verbreitende Aeste (g) sich fortsetzt. Es sind also einfache Gefäße, welche alles Blut aus dem peripherischen Gefäßsystem der verschiedenen Theile der Keimhaut zum Herzen hinführen, und eben so einfache Gefäße, welche es vom Herzen zugleich in alle Theile wieder verbreiten, so lange das Herz einfach ist. In diesem Zustande kann der Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut noch nicht vorhanden seyn. Sobald aber das Herz sich in eine arterielle und venöse Hälfte spaltet, bildet sich auch eine doppelte Gefäßentwicklung für den Gegensatz von Arterien- und Venenblut aus. Dieses geschieht nun durch Metamorphose der Kiemengefäßbögen in Körper- und Nabel-Arterien einerseits und durch Sonderung der Körper- und Eihaut oder Nabelvene andererseits. Man kennt diese Entwicklung durch die Bemühungen Panders, v. Baers, Rathke's, zu denen neuerlich Stark (de venae azygos natura vi atque munere, Lipsiae 1835) schätzbare Ergänzungen geliefert hat. Wir wollen sie zugleich nach eigenen Anschauungen darzustellen suchen. Was zunächst die aus dem Herzen tretenden Arterien betrifft, so wird ihre Trennung in Körper- und Nabel-Arterien durch die schon bei den Fischen erwähnte Trennung der vorderen und hinteren Kiemenbögenpaare in Kopf- und Bauch-Aorten angedeutet. Da die Zahl der Kiemenbögen nicht immer gleich

ist, so weichen die Angaben über die Entstehung der einzelnen Arterien aus den Nummern der Kiemenbögen ab, worüber man die Bestimmung von Rathke (Isis, 1828, 83: de Nova act. Ac. N. C. XIV, p. 166), Huschke (Isis, 1827, 402) und v. Baer vergleichen kann. Immer sind es die vorderen Kiemengefäßbögen, in welche sich die aus dem arteriellen Herzen kommende Arterie ergießt, und aus denen sich die Kopf-Arterien (trunci anonymi Baer) entwickeln; während die aus dem venösen Herzen kommenden hinteren Bögen von beiden Seiten sich zur absteigenden Aorta vereinigen, nachdem sie die Lungen-Arterien als Zweige zuvor abgegeben. Sowohl die Fortsetzung des Stammes der vordern als der hinteren Kiemenbögen vereinigen sich später in einen gemeinschaftlichen absteigenden Stamm, so daß hierdurch Gefäßschlingen entstehen, deren Aeste später sämmtlich bis auf einen Hauptstamm obliteriren. Die Gefäßschlingen aus dem rechten Herzen bilden nach der Vergrößerung der Lungen-Arterien noch bloße Verbindungsäste mit der (aus den vordersten Bögen) absteigenden Aorta, welche bei Vögeln auf beiden Seiten bleiben; bei Säugethieren aber bis auf einen (den Botallischen Gang) an der rechten Seite obliteriren. Während die Lungen-Arterien im Embryo unentwickelt sind, entspringen aus der Fortsetzung der hintern Kiemenbögen-Arterie im Becken die Nabel-Arterien, welche sich im umgekehrten Verhältnisse mit den Lungen-Arterien ausbilden und rückbilden. Die Entwicklung der Venen geschieht in der Weise, daß zuerst das System der Nabelvenen die Lungenvenen repräsentirt. Das Rudiment dieses Systems bildet die Dottervene (vena omphalomeseraica), welche sich aus der Kranzader der area vasculosa zuerst bildet, und welche die Venen der Allantoide und die Pfortader als Zweige in sich aufnimmt. Insofern die Pfortader aus dem Darmsystem entspringt, welches von dem Dottersack eine bloße Fortsetzung ist, so hat eigentlich die vena omphalomeseraica ursprünglich selbst die Bedeutung der Pfortader, und letztere entwickelt sich, indem sich der Darmcanal auf Kosten des Dottersacks (oder bei Säugthieren der Nabelblase) ausbildet, in demselben Verhältnisse, als hierbei die vena omphalomeseraica schwindet. Die Venen der Allantoide (eigentliche Nabelvenen bei Säugthieren) stehen mit den Lungenvenen in ähnlichem Gegensatze, wie die Pfortader mit den Dottervenen. Der gemeinschaftliche Stamm dieser Venen mündet sich anfangs als untere (arterielle)

Hohlvene in den linken Herzvorhof mit einem großen, in den rechten mit einem kleinern Ast, nach der zuerst von Wolff gegebenen Darstellung. Dem gemäß ist auch der linke Ventrikel anfangs größer als der rechte, und ähnlich verhalten sich beide Vorhöfe. Gegen die Geburt kehrt sich das Verhältniß beider Theile um, und die verkümmerte Mündung der Hohlvene in dem linken Vorhofe, welche als foramen ovale erscheint, schließt sich nach der Geburt, indem nun die ganze Vene in den rechten Vorhof mündet, wogegen nun die Lungenvenen völlig entwickelt in den linken Vorhof münden. Die Körpervenen der obern Körperhälfte (obere Hohlvenen) vereinigen sich nach den geistreichen Untersuchungen von Stark (de vena azygos, Lips. 1835) mit der vena azygos, welche anfangs paarige Zweige (v. azygos et hemiazygos) hat, und nicht bloß die Venen der Rippen und Bauchwand, sondern alle Venen der ganzen untern Körperhälfte, ähnlich wie bei den Fischen, namentlich die Venen der Extremitäten, von beiden Seiten aufnimmt, welche später erst bei Säugthieren und Vögeln sich mit der untern Hohlvene verbinden, während die vena azygos sich verkleinert, so daß die v. azygos demnach die Hauptvene der untern Körperhälfte, sowohl im Embryo als in der Entwicklung des Thierreichs, bildet. Im Wesentlichen ist die Entwicklung des centralen Gefäßsystems bei Säugthieren ganz der bei den Vögeln ähnlich. Insbesondere finde ich nach Untersuchung von 19- — 20tägigen Hund-Embryonen die Entwicklung des Herzens aus dem obern gegen den Kopf des Embryo eingeschlagenen Theil des sinus terminalis ganz der Vogelbildung ähnlich, wenn man den Unterschied der Nabelblase, die den Dottersack bei Vögeln ersetzt, ausnimmt. Nach den schönen Darstellungen von Meckel, wozu wir Beiträge von v. Baer, Rathke, Weber, Rolando (Journ. compl. du dict. des sciences méd. XVI, 44) besitzen, geht hervor, daß hier wie beim Vogel die Herzhöhlen erst einfach sind, und sich später durch einspringende Scheidewände in rechte und linke Hälfte theilen, wie beim Vogel. Von besonderm Interesse ist das von Wolff dargestellte Verhältniß der Einmündung der untern Hohlvene in die Vorhöfe mit einem linken, anfangs großen Ast in den linken Vorhof, und mit einem rechten, zuerst kleinen Ast in den rechten Vorhof, welches Verhältniß sich mit der Entwicklung der Lungen-Arterien gegen die Geburt umkehrt. Beide Aeste werden von oben durch die

Scheidewände des Atrium getrennt. Diese Verhältnisse sind sachlich und historisch ausführlicher von Kilian dargestellt worden. (Ueber den Kreislauf im Kinde. Karlsruhe 1826, 4.) Die Klappen in den Vorhöfen sind hier noch bloße Einsprünge der innern Haut der Hohlvene, die valvula foraminis ovalis zum linken Ast, die valv. Eustachii zum rechten Ast gehörig. Das foramen ovale selbst ist die Mündung des linken Hohlvenen-Astes in das linke Atrium, welche beim Kalbe sich in Form eines geschlossenen Canals weit in das Atrium erstreckt. Nach Kilian fehlt die Eustachische Klappe nie. Dagegen soll sie nach Rudolphi bei Phora cucullata, Gulo canescens, Mustela Furo fehlen, und bei dem Kaninchen, Meerschweinchen, Beutelthier, dem Gürtelthier durch zwei halbmondförmige Klappen der untern Hohlvene und bei Myrmecophaga tetradactyla durch ein Querband ersetzt seyn (Physiologie 2, 2, 332). Das Schließen des runden Lochs geschieht durch Verwachsung des obern Randes der valvula foraminis ovalis mit dem untern Rande des septiatriorum; meist gegen Ende des ersten Jahres nach der Geburt. Trew (de differentia inter hominem natum et nascendum, Norimb. 1736) fand die Verwachsung einmal nach einigen Tagen fast beendet. Nicht selten ist das eirunde Loch noch beim Erwachsenen offen. Nach Vicq d'Azyr fängt es beim Hühnchen am neunzehnten Tag an zu verwachsen (Bull. de la société philomathique 1, p. 50). Die Entwicklung des Gefäßsystems unterscheidet sich bei Säugethieren nur dadurch von den Vögeln, daß die Nabelblase fast allein durch die Verzweigung der vena allantoidis gebildet wird, während die vasa omphalomeseraica früh mit der Nabelschnur obliteriren. Zur Pfortader hat die Nabelvene dasselbe Verhältniß, wie beim Vogel. Daß die Kiemenbögen sämmtlich früh, bis auf zwei, deren einer (aorta descendens) in den Botallischen Gang sich umändert, obliteriren, während der andere (aorta adscendens) sich als einfacher Arterienstamm nach unten krümmt und fortsetzt, ist oben bereits erwähnt, und nur noch hinzuzufügen, daß nach der Ansicht von Sobatier der ductus Botalli, nachdem er die Lungen-Arterien abgegeben, eigentlich als Stamm der absteigenden Aorta, der Bogen der linken Aorta dagegen, nachdem die Kopf- und Arm-Arterien aus ihm entsprungen, als ein Verbindungszweig der auf- und absteigenden Aorta anzusehen wäre. Nach der Geburt schließt sich der Botallische Gang früher als das

eirunde Loch, und zwar nach Haller um so früher, je kräftiger das Kind athmet und schreit (elem. phys. VIII, 2, p, 9). Die Schließung fängt von der Aorta am zweiten Tag an, am dritten ist ein Pfropf von plastischer Lymphe in dem Gang, und nach acht Wochen ist er zu einem Strange verwachsen. Beim Hühnchen verwächst nach Vicq d'Azys der rechte Botallische Gang am vierten, der linke am sechsten Tage nach dem Auskriechen aus dem Ei.

Herzlose Mißgeburten.

§. 100.

Die Bildung des Herzens im Embryo der Rückenwirbelthiere scheint vorzüglich durch die gleichzeitige Entwicklung des Gehirns und Rückenmarks bedingt. Es ist, als ob der sinus terminalis vom Gehirn polarisch angezogen würde, um neben demselben im Mittelpunkte der area pellucida aus sich das Herz zu entwickeln. Dieß enthält auch offenbar den Grund, warum die hirnlosen (acephalen) Mißgeburten auch zugleich kein Herz haben, obgleich sich Gefäße in ihnen finden. Die Gefäße in den acephalen Mißgeburten bleiben auf der Stufe peripherischer Entwicklung stehen. Man findet gewöhnlich zwei getrennte Gefäßstämme durch peripherische Gefäße verbunden. Die Nabelgefäße sind Zweige dieser Stämme, die ohne Herz von einem Extrem zum andern verlaufen (Tiedemann, Anatomie der kopflosen Mißgeburten, Landshut 1813), da die Placenta hier zugleich Respirations-Organ ist, so erscheint die Nabelvene als Lungenvene, die sich ohne Herz in die Theile des Körpers arteriell verbreitet. Die Körpervenen sammeln sich zu einem Hohlvenenstamm, welcher ohne Herz sich als Nabel-Arterie wieder in die Placenta verbreitet. Emmert hat eine Frucht beschrieben, die beinahe nur aus einer Extremität bestand, aber Arterien, Venen und einen kurzen Stumpf von Rückenmark hatte (Meckels Archiv für Phys., Bd. 6). Ein ähnlicher Fall ist von Hayn beschrieben (monstri unicum pedem referentis descr. anatomica. Berol. 1824). Herzlose Mißgeburten ohne Rückenmark sind von Brachet gesammelt und beschrieben worden (recherches expérimentales sur les fonctions du système ganglionnaire, Paris 1820); auch von Elben (de monstris acephalis sive corde carentibus, Berol. 1821, 4), nach welchem in den wirklichen acephalen Mißgeburten das Herz immer fehlt. Es sind auch Fälle

bekannt ohne alle Gefäßstämme, wo bloße peripherische Gefäßnetze, wie bei den Radiarien und Würmern, vorhanden waren, in welchen auch anstatt des rothen Blutes ein chylusartiger Saft in den Gefäßen vorhanden war (Andral, pathol. Anatomie, übers. von Becker, II, 191, Meckel, pathol. Anat. I). Daß in allen diesen Fällen das Herz der Mutter keinen Einfluß auf die Blutbewegung des herzlosen Embryo haben kann, ist aus dem Mangel eines directen Zusammenhangs der Gefäße und aus der selbstständigen Blutbildung im Embryo klar.

2. Gefäßsystem der Bauchwirbelthiere.

§. 101.

Die Stufen der Entwicklung des Gefäßsystems in dem Thierreich entsprechen im Ganzen den Entwicklungsstufen im Embryo. Bei den Strahlenthieren und Würmern kommt nur ein Gefäßsystem mit rein peripherischer Natur vor, vergleichbar dem Zustande der Entwicklung der Gefäßhaut im Embryo der Säugthiere und Vögel, so daß Carus bereits ganz treffend den Gefäßkreis der Medusen (Eschholz, System der Ascalephen, S. 14) mit der area vasculosa des Vogel-Embryo verglichen hat (Zootomie II, 672). Das rein netzförmige Gefäßsystem bei den Planarien, welches von Ehrenberg und Duyes (Annales des sciences natur. T. XV. Tab. V) beschrieben ist, und auch das Gefäßsystem der Saugwürmer nach Mehlis (de distomate hepatico, Gott. 1825) und v. Nordmann scheinen rein pflanzlicher Natur. Höchst interessant ist die Entdeckung v. Nordmanns bei Diplozoon paradoxum, wo man in einem bloß netzförmig verzweigten Gefäßsystem eine schnelle Blutströmung sieht (mikroskopische Beiträge, I. Heft, S. 70). Das Gefäßsystem bei den Regenwürmern, welches Leo (de structura lumbrici terrestris, Regiom. 1820) und Morren (de lumbrici terrestr. hist. nat. et anat. Brux. 1829, c. 32 Tab.) ausführlich dargestellt haben, scheint auf der Stufe der Ausbildung des sinus terminalis im Hühnchen zu stehen, ebenso wie auch das Gefäßsystem der Blutigel, von dem wir die Darstellungen von Duyes (Ann. des sciences nat. XV, 310), Bojanus (Isis 1818, 2089), J. Müller (Meckels Archiv, 1828, H. 1, Taf. 1, Fig. 1), und die vollständigste Untersuchung von Brandt (Brandt und Ratzeburg, med. Zoologie, 2ter Theil, Berlin 1833, S. 230 f.) besitzen. Die

großen wellenförmig sich contrahirenden Längsgefäßstämme, in welchen mehrere Beobachter den Unterschied von Venen und Arterien zu finden glaubten, sind offenbar bloße, den Articulationen des ganzen Körpers der Thiere entsprechend gegliederte sinus terminalis, die, anstatt bloß an dem Punkte der Herzbildung, hier ihrer ganzen Ausdehnung nach sich bewegen; denn Gefäße mit solchen undulirenden Bewegungen gibt es sonst nicht; auch ist der Unterschied von Arterien- und Venenblut nicht nachgewiesen.

§. 102.

Auf derselben Entwicklungsstufe mit dem Gefäßsystem der Würmer scheint das Gefäßsystem der Insecten zu stehen. Das von Malpighi bei der Seidenraupe zuerst beschriebene Rückengefäß oder sogenannte Herz der Insecten scheint den wellenförmig pulsirenden Gefäßen der Würmer durchaus vergleichbar. Es besteht aus einer Reihe von pulsirenden durch Einschnürungen getrennten Abtheilungen (Kammern), deren jede nach Strauß, Dürkheim (anat. comp. des anim. articul. Paris 1828, p. 356) eine mit einer Klappe versehene Seitenöffnung zur Aufnahme von dem herabströmenden Blute hat, das dann am Kopfende von dem pulsirenden Herzen wieder ausgeströmt wird. Nach Carus herrlicher Entdeckung (Entdeckung eines einfachen, vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufs in den Larven netzflügeliger Insecten, Leipzig 1827, Nova Act. Ac. C. N. C. XV, 2) bei Ephemeren- und Libellenlarven sieht man zu den Seiten des gegliederten Rückengefäßes abwärts gehende Blutströme die Ausbiegungen an Fußwurzeln, Kiemen, Schwanzspitzen machen und dann in das hintere Ende des Rückengefäßes und nach Wagner auch in die Seitenöffnungen der Rückengefäßglieder zurückströmen, um am vordern Ende derselben wieder ausgetrieben zu werden (Isis 1832, S. 320). Ein vollkommen centraler Kreislauf scheint bei den Insecten nicht vorhanden, weil nach Cuviers sinniger Bemerkung das Blut hier nicht zur Luft in einem Organ zu strömen braucht, da die Luft durch die Tracheen in alle Theile zum Blute weht.

§. 103.

Die Krebse kommen aber durch Ausbildung des peripherischen Gefäßsystems in einem Respirationsorgane gegenüber dem des Körpers schon zu mehr centraler Entwicklung, indem das respirirte

Blut nun nicht mehr mit dem Ganzen vermengt bleibt, sondern sich absondert, wodurch der Unterschied von Arterien- und Venenblut gegeben ist, welches dann von den Kiemen zum Körper und umgekehrt beständig hin und zurück bewegt werden muß, was nur durch Sammlung aller Gefäße in einen Stamm, in jeder der Abtheilungen, geschehen kann. Die Vereinigung aller peripherischen Gefäße in einen Stamm, dessen Zweige sich wieder zu dem andern peripherischen Extrem verbreiten, bedingt eigentlich die wahre Natur der Centralität des Gefäßsystems selbst, wenn der Stamm sich noch nicht zu pulsirender Bewegung oder zum Herzen ausbildet. Wo dagegen das Respirationsorgan noch keine Einheit im ganzen Körper hat, sondern an alle Körperringe vertheilt ist, wie bei den Insecten und Würmern, ist eine einfache wahre Centralität noch nicht möglich, und hier entspricht jedem Körperringe noch eine Articulation des Rückengefäßes.

Den vollständigen Zusammenhang des Gefäßsystems, besonders des Venensystems, bei den eigentlichen Krebsen, waren die Herren Audouin und Milne Edwards so glücklich beim Hummer und der Maja squinado zu entdecken (Ann. des sciences natur. 1827, Tab. 24—32). Alle Körpervenen sammeln sich in große, an der Bauchseite liegende, communicirende Sinus, welche sich wieder in die Kiemen-Arterien verzweigen. Aus den Kiemen sammelt sich die Kiemenvene zu zwei häutigen Hauptstämmen, um sich durch zwei seitliche Spalten in das, bei vielen Krebsen durch seine Pulsationen früher schon bekannte, an der Rückenseite gelegene Herz zu begeben, von welchem aus vorwärts und rückwärts die Arterienzweige in den Körper gehen. Das Gefäßsystem der Mollusken ist nach demselben Typus mit dem der Krebse gebildet. Es enthält auch einen besondern arteriösen und einen venösen Stamm, von dem zuerst nur der arterielle mit einem Herzen versehen ist, um das Blut aus den Kiemen in den Körper zu verbreiten. Bojanus hat bei den zweischaligen Muscheln den Zusammenhang des Gefäßsystems am vollständigsten beschrieben (Isis 1819, 1, Taf. 1, 2). Aus den Kiemen sammeln sich die Kiemenvenen auf den Seiten in zwei flügelförmige Herzvorhöfe, die in einen, vom Mastdarme durchbohrten Ventrikel übergehen, der die Körper-Arterien ausschickt. Das Körpervenenblut sammelt sich durch einen mittlern Stamm in zwei schwammige sinus venosi, die sich in die Kiemen verzweigen. Hiermit stimmen

auch J. Müllers Untersuchungen des Herzens der Riesenmuschel überein (Burdach, Physiologie 4, 154). Unter den Schnecken kennt man von Helix Pomatia das Gefäßsystem am genauesten nach Cuviers Untersuchungen. Das dicke peripherische Gefäßnetz der Lungensäcke sammelt sich durch die Lungenvene in eine rundliche Vorkammer, die mit einer musculösen Herzkammer zusammenhängt, welche die Körper-Arterie ausschickt. Die Körpervenen sammeln sich in zwei durch einen Canal verbundene Hohlvenen, die sich ohne Herz in die Lungen-Arterien verbreiten, ähnlich wie bei den Wirbelthieren die Pfortader in die Leber. Sehr merkwürdig ist die Ausbildung, welche das venöse System der Sepien durch die Entwicklung zweier Kiemenherzen erhält, so daß hier drei Herzen, zwei im venösen und eins im arteriellen System, vorhanden sind. Die beiden Kiemenherzen bilden sich in den Zweigen der Kiemen-Arterie, in welche sich die Hohlvene spaltet. So wie man diese Bildung wohl als die höchste Stufe der Ausbildung des centralen Gefäßsystems der Bauchwirbelthiere zu betrachten hat, scheint umgekehrt die niedrigste Stufe seiner Entwicklung diejenige Form zu seyn, welche Tiedemann (Anatomie der Röhrenholothurie, Landshut 1817) bei den Holothurien entdeckt hat, bei denen zwei, an den Enden baumförmig verzweigte Gefäßstämme ohne Herzbildung vorhanden sind, von denen der eine arterielle Stamm in den Kiemengefäßbüscheln wurzelt und das Blut in die Körper-Arterien (nach delle Chiaje durch Pulsationen) vertheilt, der andere venöse Stamm aus dem peripherischen Körpersystem mit seinen Wurzeln entspringt und seine Zweige nach den Kiemen sendet. Doch würden nach delle Chiaje (Memor. sulla storia et notomia etc. T. IX, Tab. I, T. II, Tab. XXV, XXVI) beide Stämme durch die Blase des Hautgefäßsystems verbunden seyn. Das Hautgefäßsystem besteht nämlich bei den Holothurien, wie auch bei den Seeigeln, aus einer musculösen Blase, von welcher aus fünf Canäle entspringen, die in blind endigende, sich in die Füßchen fortsetzende Quergefäße ausgehen, in denen eine helle Flüssigkeit sich hin und her bewegt. Nach delle Chiaje und Carus (Zootomie 2, 673) bemerkt man da, wo diese Canäle bei den Seeigeln hinter den Ambulacris verlaufen, wenn man einen kleinen Theil desselben beim lebend geöffneten Thier ablös't, durchs Mikroskop eine lebhafte Strömung kleiner Kügelchen, die nach Carus mit der Cyclose bei den Pflanzen Aehnlichkeit hätte.

2. Gefäßsystem der Rückenwirbelthiere.

a. Pfortader.

§. 104.

Bei den Rückenwirbelthieren wiederholt sich überall das bei vielen Bauchwirbelthieren vorkommende herzlose venöse System in der Bildung der bloß dem Systeme der Digestions-Organe angehörigen Pfortader, deren Verzweigung in die Leber der Venenverzweigung in den Respirations-Organen jener Thiere gleich ist. Insofern die Mollusken, bei denen jene herzlose Gefäßbildung vorzüglich ausgebildet ist, fast ganz aus Organen, die zum vegetativen Leben gehören, bestehen, könnte man das Venenblutsystem bei ihnen überhaupt als Pfortader ansehen. Auch im Embryo der Rückenwirbelthiere ist das ursprüngliche Venensystem seiner ganzen Natur nach ein Pfortadersystem, denn es entspringt eben so aus den rein zum vegetativen Leben gehörigen Organen, wie später die Pfortader, und verzweigt sich nun zugleich in die Leber und in die Lungen, ursprünglich sogar allein durch das Herz in die die Lungen vorstellenden Kiemen. Die Absonderung dieses Pfortadersystems von dem übrigen Körpervenensystem geschieht später erst dadurch, daß sein Zweig zur Lunge, oder zu dem in die Lunge gehenden Venensysteme (ductus venosus) verkümmert und nur der eine in die Leber gehende Zweig übrig bleibt. Man kann also das Pfortadersystem als das ursprüngliche centrale Gefäßsystem in der Thierreihe betrachten, aus welchem sich später das Gefäßsystem der animalen Sphäre zu höherer Stufe entwickelt. Es vereint alle zum Assimilationssystem gehörigen Haupt-Organe, die sich an dem Schleimhautblatt des Embryo und zum Theil aus diesem entwickeln; aus dem mehr absorbirenden Theil des Darmsystems (Magen, Darm, Lymphdrüsen, Milz) entspringt die Pfortader vorzugsweise, und nur das Pankreas, dessen Venen sich auch in sie begeben, ist rein secernirend; dagegen verbreitet es sich in das centrale Secretions-Organ für die Assimilation: die Leber, der Fötuszustand des Pfortadersystems der höheren Thiere, bleibt bei mehreren Amphibien durch das ganze Leben, indem die Nabelvene (aus der Allantoide), welche später zu dem runden Leberbande obliterirt, nach Jacobson (Meckels Archiv 3, 147,

de systemate venoso peculiari, Hafniae 1827) bei den Frösch en offen bleibt, und die Venen der nach Tourſons merkwürdigen Beobachtungen (Tracts and observations in natural history, p. 65) wahrſcheinlich Waſſer athmenden Harnblaſe, ſo wie die Zweige der von der Bauchhaut entſpringenden vena epigastrica aufnimmt, was nach Carus' ſinniger Bemerkung damit zuſammenhängt, daß dieſe Thiere ſich ohne Nabelſtrang und Placenta entwickeln, und daß daher die Hautfläche urſprünglich eine Athemhaut iſt, daher auch von ihr wie von der innern Allantois (Harnblaſe) die Nabelvenen entſpringen (Zootomie 2, 698). Bei den Schildkröten geht nach Bojanus (Anat. testudinis, Tab. 25), Carus und Nicolai (Iſis 1826, 404) ebenfalls die offene Nabelvene (v. epigastrica), welche das Blut der Bauchdecken und des ganzen Hinterleibes ſammelt, zur Pfortader. Aehnlich iſt es bei den Schlangen und Eidechſen. Nach Rathke erhält die Pfortader bei den Fiſchen die Venen des Magens und des Darmcanals, der Milz, und bei mehreren Fiſchen auch von den Genitalien und der Schwimmblaſe (Meckels Archiv 1826, S. 126). Nach Jacobſon und Nicolai würde ſich die untere Hohlvene bei den Amphibien und Vögeln ähnlich in die Nieren, wie die Pfortader in die Leber verzweigen, wogegen jedoch von Otto und Carus Zweifel erhoben werden, indem die von Jacobſon für zuführende Zweige der Hohlvenen zu den Nieren gehaltene Gefäße eher als rückführende Nierenvenen zu betrachten ſeyn würden (Carus, Zootomie 2. 701).

b. Herz, Arterien und Venen.

§. 105.

Ueberall, wo bei den Thieren, die keine Pfortader haben, ein ausgebildetes Herz vorkommt, findet es ſich im Arterienſyſtem zwiſchen den Lungen oder Kiemen und dem Körper; nur bei den Sepien zeigen ſich außerdem zwei blaſenförmige Anſchwellungen, die vielleicht nicht für wirkliche Herzen zu halten ſind. Vielleicht hat dieß ſeinen Grund darin, daß das Venenſyſtem bei dieſen Thieren eine Pfortader iſt und die Pfortader nie ein wirkliches Herz hat. Wären die Kiemengefäßblaſen der Sepien wirkliche Herzen, ſo findet man bei dieſen Thieren vielleicht auch noch eine Pfortader. Zuerſt bei den Fiſchen zeigt ſich mit dem Auftreten einer geſonderten

Pfortader auch das Herz im Venensystem vor den Kiemen. Seine Abschnürungen in Vorkammer, Kammer und bulbus aortae sind aus der oben gegebenen Entwicklungsgeschichte deutlich. Die Mündungen der Kammer in die Vorkammer und die Kammern haben Klappen. Es ist die Bildungsstufe des Vogelherzens vor seiner Theilung durch Scheidewände. Merkwürdig ist das von Marshall Hall entdeckte sogenannte Caudalherz am Aal (essay on the circulation, Tab. X), eine pulsirende Venen-Erweiterung an dem Uebergange des peripherischen Systems in den Schwanzvenenstamm auf der Stelle, wo sich im Embryo das arterielle Gefäß durch eine Schlinge in die Venen umbiegt (Tab. IV, Fig. 2, 3, h). Eine Wiederholung der mehrfachen Herzbildung der Mollusken. Das centrale Gefäßsystem der Amphibien hat ein großes Interesse für die Physiologie, weil es die Stufe der Entwicklung des Fötusherzens bei Säugethieren und beim Menschen in allen Modificationen bleibend darstellt, wie zuerst von Meckel erkannt und vergleichend durchgeführt worden ist. Es ist merkwürdig, daß, von diesen Entwicklungsstufen an, das centrale Gefäßsystem unsymmetrisch wird. Alle Bauchwirbelthiere, selbst die unsymmetrischen Mollusken, haben eine symmetrische Gefäßvertheilung vom Herzen aus. Am vollkommensten unter den Wirbelthieren ist die Symmetrie noch bei den Fischen, deren Herz gerade in der Mitte des Körpers liegt und völlig symmetrische Arterienzweige zu beiden Seiten nach den Kiemen sendet. Im Larvenzustande der Amphibien erscheint es noch ebenso; erst mit dem Hervortreten der Lungenathmung tritt auch das Unsymmetrische hervor.

§. 106.

Sehr fischähnlich und symmetrisch ist noch das Gefäßsystem der durch Kiemen athmenden Proteiden, unter denen wir vom Proteus anguineus die meisterhafte Darstellung desselben von Rusconi (Monografia del Proteo, Pavia 1819) besitzen. Hiernach besteht das Herz aus einer Vorkammer und einer Kammer, aus welcher die Kiemen-Arterien mit einer Anschwellung (bulbus), wie bei Fischen entsteht, welche sich jederseits in drei Kiemenbögen-Arterien spaltet, die sich zum peripherischen Kiemengefäßnetz erstrecken, von dem die Kiemenvenen sich in einen Stamm sammeln, der nach vorn die opf-Arterien, rückwärts die absteigende Aorte bildet. Doch geht

nicht alles Blut durch die Kiemen, wie bei den Fischen, sondern es gehen von den hinteren Aesten der Kiemenbögen auch Communicationsaortenbögen geradezu in die Aorta, so daß nur die Kopfarterien ganz arterielles Blut, die absteigende Aorta aber ein Gemenge von Venen- und Arterienblut führt. Hierdurch unterscheidet sich das Gefäßsystem wesentlich von dem der Fische. Das Körpervenenblut sammelt sich in eine Hohlvene, die vor dem Eintritt in das Herz einen Sinus bildet.

In den Salamanderlarven und Froschlarven, so lange sie Kiemen besitzen, ist das Gefäßsystem eben so, nur daß aus dem Communicationsbogen zur Aorta zugleich die sich später mehr ausbildenden Lungenarterien entspringen. Mit dem Schwinden der Kiemen und dem Absterben der Kiemenbögen zieht sich der Blutstrom ganz auf die Verbindungsbögen zurück, die dann arcus aortae sind, deren sich drei auf jeder Seite völlig symmetrisch gestellt finden, welche den Schlund umfassend sich hinten vereinigen. In dem Maße, als sich die Lungen und somit die Lungenarterien und Lungenvenen ausbilden, wird wahrscheinlich die Vorkammer, ähnlich als es neulich von Davy und Weber bei Fröschen entdeckt ist, doppelt, so daß sich die Lungenvenen nicht in die Hohlvenen ergießen, sondern gesondert in die linke Vorkammer gehen.

Bei erwachsenen Fröschen, deren Herz man bisher ebenfalls für ganz einfach hielt, hat Davy (Edinburgh New philosoph. Journ. 1826, 702. Isis 1832, Heft 7) entdeckt, daß zwei Herzohren vorhanden sind, von denen das linke kleinere die Lungenvenen aufnimmt, während die Hohlvenen sich in das rechte ergießen. Sogar die Herzkammer zeigt einen fleischigen Vorsprung im Innern, wodurch sie sich in zwei Abtheilungen theilt. Auch entspringen die Lungenarterien nach Davy nicht als Zweige von der Aorta, sondern sie sind nur mit dieser zu einem Stamme verwachsen, indem getrennte Canäle vorhanden sind. Weber (Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bonn 1832, 4.) hat diesen Gegenstand durch interessante Beobachtungen an andern Amphibien erweitert. Nach Weber ist jedoch der Ventrikel einfach, aber durch einen weißen Streif in zwei Hälften gesondert, auch die Lungenarterie nicht gesondert, sondern der Aortenstamm nur der Länge nach (ähnlich wie in Hühner-Embryonen) durch eine vorspringende Falte in zwei Abtheilungen geschieden, deren eine dem linken, die andere dem rechten

Herzen entspricht. Während die Larven der Frösche Kiemen haben, ist ihr Gefäßsystem dem des Proteus und der Salamanderlarven ähnlich. Später wird der erste Kiemengefäßbogen zur Carotis, die auf der Oberfläche daher später noch den Ueberrest des Kiemenhaargefäßsystems als Carotidendrüse zeigt. Die zweite Bogenreihe bildet die Aortenbögen, die dritte die Lungenarterien. Hier, wo keine Kiemengefäßbögen obliteriren, bleibt also das Ganze noch symmetrisch; das Unsymmetrische entsteht bei den übrigen Amphibien erst durch das Schwinden einzelner Kiemenbögen. Mit der Entwicklung des Lungengefäßsystems tritt die Nothwendigkeit der Theilung oder Zusammensetzung des Herzens ein, weil das Lungenvenenblut nicht mehr, wie das Kiemenblut, geradezu weiter fließt, sondern die Lungengefäße zum Herzen zurückkehren, also der Körperarterienstamm sich als linkes Herz mit dem Lungenherzen verbindet. Bei den Eidechsen, Schlangen und Schildkröten, deren Gefäßsystem von Cuvier (leçons d'anat. comparée IV, 22), Meckel (vergl. Anatomie 5. Th. 219), Schlemm (Zeitschr. f. Physiologie von Treviranus und Tiedemann 2, 1), Retzius (Isis 1832, Heft 5) und neuerlich ausführlich von Weber (Beitr. z. Anat. u. Physiol. Bonn 1832) untersucht wurde, findet sich überall ein Herz mit zwei Vorkammern und zwei Kammern, deren Scheidewand aber nicht ganz nach den Vorhöfen hinreicht, sondern hier mit einem ausgeschweiften freien Rand endet, wodurch eine freie Oeffnung zwischen beiden Kammern entsteht. Die Scheidewand der Vorkammern endet gegen die Kammern ebenfalls mit freiem Rande, von dem zu beiden Seiten halbmondförmige Klappen ausgehen, die sich nach hinten gegen die Scheidewand der Kammern zurückschlagen, und so die beiden Kammern ganz trennen, und hinwiederum sich gegen die Oeffnung der Vorkammern legen und diese verschließen können. Ueber die Deutung der Kammern und ihrer Abtheilungen waren die Beobachter nicht ganz übereinstimmend, indem einige nach Mery die Abtheilungen oder Zellen als eben so viele Ventrikel ansahen, während andere das Septum verschieden deuteten, und also von dem Verhältnisse der Kammern eine verschiedene Ansicht gewannen. Die Deutungen von Weber, die indeß so sehr von Meckel und Cuvier nicht abzuweichen scheinen, als Weber glaubt, sind wohl am richtigsten. Hiernach ist die wahre Scheidewand der Kammern gerade der Scheidewand der Vorkammern gegenüberstehend, und

durch sie wird das Herz in einen kleinen linken und in einen rechten großen Ventrikel getheilt. Der rechte Ventrikel wird noch wieder durch eine vorspringende Muskelleiste, die von Einigen wegen ihrer Größe bei Schildkröten für eine unvollkommene Scheidewand der Kammern gehalten wurde, in einen obern Theil, den conus arteriosus, und in einen untern Theil, den eigentlichen Ventrikel, getheilt; der conns arteriosus kann bei der Herzcontraction durch die Muskelleiste von der Kammer ganz abgeschlossen werden. Die Gefäße verhalten sich nun so, daß die Hohlvenen in den rechten, die Lungenvenen in den linken Vorhof münden. Der rechte Vorhof mündet in den rechten, der linke in den linken Ventrikel. Aus dem linken Ventrikel selbst entspringen nach Weber keine Arterien, während nach Cuvier und Meckel die aorta dextra (adscendens) aus dem linken Ventrikel entspringt. Die arteria pulmonalis nimmt ihren Ursprung aus dem conus arteriosus, und die aorta dextra und sinistra (nach Weber) aus dem eigentlichen rechten Ventrikel neben der Scheidewand; doch ist der Ursprung der aorta dextra höher, auch am meisten gegen den linken Ventrikel gerichtet, und scheint bei der Contraction des Herzens ganz hinüber zu treten. Die beiden Aorten bilden absteigende Bögen, von denen (meist vom rechten) zuvor die Carotiden abgehen, ehe sie sich zur aorta abdominalis vereinen. Die Lungenarterie setzt sich ebenfalls durch einen arcus (ductus Botalli) in die absteigende Aorta fort. Eigentlich ist also bei den Amphibien der conus arteriosus als vendser Ventrikel, der linke und die untere Abtheilung des rechten Ventrikels als arterielles Herz zu betrachten, so daß jedoch die aorta dextra, woraus die Kopf- und Axillararterien entspringen, ganz dem linken Ventrikel entspricht, worauf schon die höhere Lage ihrer Ursprungsmündung deutet, und womit sich auch die Ansicht von Retzius vereinigt, der den conus arteriosus für den rechten, den übrigen Theil des rechten Ventrikels für den linken hielt, in den der eigentliche linke Ventrikel sich als Zelle öffne.

Vergleicht man diese Stufen der Herzentwicklung mit einander, so kann man sagen, daß die Batrachierlarven und Proteiden die Stufe des Fischherzens wiederholen, und daß die ausgebildeten Amphibienherzen nur bis zur Stufe des Fötusherzens der Vögel, Säugethiere und des Menschen gelangen, daß letztere selbst aber sowohl die Stufe des Fischherzens mit einfacher Vorkammer und

Kammer, als die des Amphibienherzens mit halbgetrennten Kammern durchlaufen, so daß die Erklärung der Mißbildungen des Herzens vorzüglich nur, wie es von Meckel durchgeführt worden, in dem Stehenbleiben auf niederer Entwicklungsstufe zu finden ist, wenn gleich Meckel in seinen Vergleichungen wohl noch manche unrichtige Analogien aufgenommen hat (Patholog. Anat. 1. Bd. 1812). Die ausgebildeten Herzen der Vögel sind im Wesentlichen schon nach demselben Typus wie bei Säugethieren und Menschen gebildet, so daß der venöse vom arteriellen Theil durch vollkommene Scheidewände gesondert ist. Nur der Gefäßursprung vom Herzen aus zeigt hier noch Verschiedenheiten, welche sich meist auf die Analogie der niedern Classen beziehen.

Verhältniß des Herzens zu den Gefäßen.

§. 107.

Im Allgemeinen nimmt die Größe des Herzens im Verhältniß zu den Gefäßen, in dem Maße, als sich die Centralität des Gefäßsystems ausbildet, in der Thierreihe zu, so daß bei den niedern Ordnungen das Herz die Gefäßstämme an Größe kaum übertrifft, wogegen es steigend durch die Amphibien, Vögel, Säugethiere im Uebergewicht gegen die Gefäße sich entwickelt. Der Maßstab, nach dem man die Größe des Herzens in den Thierclassen zeither beurtheilt hat, ist nur das Verhältniß der Herzmasse zum Körper gewesen, und obgleich dieses keine so bestimmte Auskunft über das wahre Entwicklungsgesetz gibt, so erkennt man doch daraus im Allgemeinen die Zunahme der Herzgröße mit der höhern Ausbildung der Thierstufen. Nach Tiedemann (Anat. des Fischherzens, Landshut 1809) beträgt das Gewicht des Fischherzens nur $^1/_{351}$ — $^1/_{768}$ der Körpermasse. Doch zeigen sich noch bedeutende Unterschiede, und nach Girardi und Meckel (System der vergleich. Anat. 5, 146) ist das Herz des Zitterrochen verhältnißmäßig um $^1/_3$ größer, als beim gemeinen Rochen. Carus (vergl. Anat. 2, 696) fand im Frosch das Herz $^1/_{246}$, bei der Ringelnatter $^1/_{276}$ des Körpergewichts. Nach Wrisberg ist es bei der Seeschildkröte $^1/_{315}$ des Körpergewichts. Das Vogelherz ist nach Tiedemanns Wägungen unter allen Classen am größten: es zeigt $^1/_{49}$ — $^1/_{122}$ des Körpergewichts (Zoologie 2. Bd. S. 526); das Herz der Säugethiere zeigt nach Legallois (Oeuvres avec notes de Pariset, Paris 1824, 1, 331 sq.) im

Durchschnitt bei Hunden $^1/_{183}$, bei Kaninchen $^1/_{346}$, bei Wallfischen nach Scoresby $^1/_{175}$ des Körpergewichts. Doch fand Legallois bei erwachsenen Kaninchen das Verhältniß von $^1/_{247}$ — $^1/_{455}$ variirend, wie denn auch Poiseuille bei Hunden es bald von 3 Unzen, bald von 6 Unzen an Gewicht fand (Répertoire général d'anat. Paris 1826, VI. 84), was nur von der gleichzeitigen Veränderung der Größe der Arterien abhängen kann. Beim Menschen verhält sich nach Haller das Gewicht des Herzens zum Körper, wie 1:160, nach Weber wie 1:150 (Hildebrand, Anat. 3, 125).

§. 108.

Das Gewicht des Herzens im Verhältnisse zum Körper scheint jedoch nicht geeignet, eine richtige Vorstellung über die Stufe seiner Entwicklung zu geben, vielmehr kommt es hierbei vorzüglich auf die Größe seines Umfanges im Verhältnisse zu den Gefäßen an, wobei die Dicke der Wandungen in Betracht kommt, um das Verhältniß der Größe der Kammern zur Größe der Gefäße zu bestimmen, auf welchem vorzüglich die Wirkung des Herzens auf die Bewegung der Blutmasse beruht. Obgleich auch auf diese Weise das wahre Größenverhältniß des Herzens zu den Gefäßen sich nur annähernd bestimmen läßt, so habe ich doch mehrere Beobachtungen hierüber aufgezeichnet, um auch von einer andern Seite dieses Verhältniß zu betrachten. Ich habe nämlich durch genaue Messungen die mittlern Durchmesser der Herzventrikel in ihrem größten Umfange, und die mittlere Summe der Durchmesser der Arterien, die aus den Ventrikeln entspringen, zu bestimmen gesucht, um daraus dann mit Rücksicht auf die Dicke der Wandungen des Herzens in den verschiedenen Classen die Größenverhältnisse der ganzen Durchschnitte der Herzhöhlen zu den Gefäßhöhlen dem Flächeninhalte nach zu ermitteln.

Auf diese Weise ergaben sich bei den Fischen folgende Verhältnisse der Durchschnittsflächen der Gefäße zum Herzen:

Namen	Herzdurchm.	Aortendurchm.	Verhältniß
Esox lucius	1,8‴	1,3‴	1:2,06
Salmo salar	3,0‴	2,1‴	1:2,04
— trutta	2,1‴	1,6‴	1:1,72
Perca fluviat.	2,0‴	1,5‴	1:1,77.

Bei den beschuppten Amphibien tritt das besondere Verhältniß

ein, daß die Dicke der Herzwandungen ungefähr doppelt so groß ist, als bei den Säugethieren und Vögeln, indem sie den halben Herzdurchmesser einnimmt, wogegen sie bei Vögeln und Säugethieren nicht den vierten Theil desselben beträgt. Will man also das Verhältniß der Herzhöhlen und Gefäßhöhlen mit dem der genannten Classen vergleichen, so muß man vor der Berechnung von dem ganzen Herzdurchmesser den vierten Theil abziehen, um auf diese Weise dasselbe Verhältniß des äußern Herzumfangs zu den Herzhöhlen, wie bei den Säugethieren und Vögeln zu erhalten. Ich habe daher hier zweierlei Verhältnisse, das des ganzen Herzdurchmessers und das des dreiviertheiligen zu den Gefäßen berechnet, weil durch letzteres nur der Vergleich mit andern Thierclassen gemacht werden kann. So ergeben sich folgende Verhältnisse bei beschuppten Amphibien:

Namen	Durchmesser			Verhältn. d. Arterien	
	Ganzes Herz	aorta dextra	aorta sinistra	arter. pulmonal.	zum ganzen Herzdurchm.	z. dreiviertheil. Durchmesser
Boa constrictor	10,2‴	1,8‴	2,8‴	2,8‴	1:5,5	1:3,98
Testudo imbricata	10,0	1,8	2,1	2,9	1:6,22	1:3,5.
	Herzdurchm.		Aortendurchm.		Verhältniß d. Durchschnittsflächen	
Rana esculenta	3,8‴		2,8‴		1:1,84.	

Vögel.

	Herzdurchm.	Aortendurchm.	Lungenart.-D.	Verhältniß
Meleagris Gallopavo	7,6‴	2,0‴	2,0‴	1:7,22
Anas anser	10,5	2,6	2,3	1:9,14
Gallus gallin.	6,2	1,7	1,6	1:7,05.

Säugethiere.

Equus caballus	43,0‴	13,5‴	12,5‴	1:5,46
— foetus 7mensium	12,5	5,0	4,5	1:3,45
felis catus	8,6	2,0	1,9	1:9,71
capra hircus	22,5	5,0	4,2	1:11,78
sus scrofa	15,2	4,3	4,0	1:6,69
ovis aries	17,5	5,1	4,3	1:6,63
mus rattus	3,1	0,9	0,8	1:9,38
bos taurus pullus	15,7	3,7	3,0	1:10,86

Mensch.

	Herzdurchm.	Aortendurchm.	Lungenart.-D.	Verhältniß
Jüngl. v. 17 Jahr	31	9	8	1:6,9
Mann v. 40 Jahr phlegmat. an delir. tremens gestorb.	42	15	14	1:4,14.

	Herzdurchm.	Aortendurchm. vor der Theilung	Verhältniß
Embryo v. 5 Wochen	3,1‴	1,4‴	1:2,21.

Das Verhältniß der Herzgröße zu den Gefäßen ist also am kleinsten bei den Fischen, steigt mehr bei den Fröschen, auf welche die Schlangen und Schildkröten folgen, und ist am größten unter den Säugethieren und Vögeln. Der Mensch hat nicht das verhältnißmäßig größte Herz in der Thierreihe, aber auch die Vögel haben nicht das verhältnißmäßig größte Herz, sondern einige Säugethiere, namentlich die Katze, die Ziege, übertreffen darin die Vögel. In den Embryonen scheint mir bei den niedern Thieren das Verhältniß wieder geringer zu werden; denn beim Pferdefötus ist das Herz noch verhältnißmäßig viel kleiner, als beim erwachsenen Pferd, und verhält sich beinahe, wie bei den Amphibien. Das Embryonenherz der Menschen zeigt ähnliche Verhältnisse, wie das Herz der Fische.

Verhältniß der Arterien und Venen.

§. 109.

Der Unterschied zwischen Arterien und Venen tritt um so mehr hervor, je mehr mit der Ausbildung der Respirationsorgane und des Herzens der Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut sich ausbildet, worin sich eine Stufenreihe sowohl in der Thierreihe als in der Entwicklung des Embryo zeigt. Bei den Fischen und Fröschen zeigt das Venensystem mit dem Mangel an Klappen die starke Erweiterung gegen die Arterien noch nicht, wie bei den Säugethieren, obgleich die Venen immer schon einen größern Umfang als die Arterien haben. Auch bei den Vögeln sind die Venen noch weniger erweitert, und zeigen stärkere Wände als bei Säugethieren. Bei den Säugethieren und beim Menschen, wo nicht bloß die Zahl, sondern auch die Größe der Venen gegen die Arterien zunimmt, ist von

Haller das Verhältniß beider im Ganzen genommen wie 9 : 4 oder wie 2,25 : 1 angegeben worden. Doch finden sich auch hier große Verschiedenheiten. Das Verhältniß der art. zur ven. cruralis nimmt man wie 1 : 2, das der Nierenarterie zur Vene wie 1 : 10 an. Die Amphibsäugethiere, deren ganze Blutmasse mehr venös ist, und wo sich beim Unterbrechen des Athemholens während des Tauchens Blut in den Venen ansammelt, schwellen besonders die Stämme zu großen Sinus an, die auch an der untern Hohlvene der Tauchervögel nach Meckel und Cuvier sich finden. Nach Meckel (vergl. Anat. 5, 298) haben die pflanzenfressenden Säugethiere größere Venen als die fleischfressenden. Im Embryo sind ursprünglich die Venenstämme nicht größer als die Arterienstämme; auch die Größe beider Herzventrikel ist anfangs nicht merklich verschieden. Mit der allmählichen Ausbildung der Respiration tritt das Verhältniß erst merklicher hervor, und zwar dadurch, daß das arterielle System, das auf den niedern Stufen gleichsam venös erweitert ist, verhältnißmäßig zum Venensystem an Größe abnimmt. Die überwiegende Erweiterung der Venen im spätern Alter scheint weniger in dem Zurücktreten des arteriellen, als in dem Hervortreten des venösen Systems selbst seine Ursache zu haben. Nach Bichat werden die Wände dabei schlaffer als in der Jugend, daher die Neigung zur Bildung von Blutaderknoten (varices) (Allgem. Anat. 1, 2, 184).

Organisation des centralen Gefäßsystems.

§. 110.

Die eigenthümliche Gefäßhaut, welche das peripherische System bildet, setzt sich durch alle Theile des centralen Systems als innerste Haut fort, während sich um dieselbe noch die zellige Haut in den Arterien und Venen, und die Muskelsubstanz im Herzen hinzubildet. Burdach (Physiol. 4, 172) unterscheidet diese Haut sehr gut unter dem Namen der gemeinsamen Aderhaut, als ein specifisches Gebilde. Doch kann ich nicht beistimmen, wenn Burdach sie mit Bichat für ein der Epidermis analoges Gebilde hält, weil sie sich leicht wieder erzeugt, beim Kochen keine Gallerte gibt, später als andere Theile fault, und mit einem Harngeruche verbrennen soll, denn diese Haut hat nicht die Function, das Blut gegen die übrigen Organe abzugränzen, sondern umgekehrt mit ihnen in Ver-

bindung zu setzen, und die Wechselwirkung des Bluts mit dem Parenchym zu vermitteln. In diese Membran selbst gehen keine Gefäße, eben weil sie direct selbst alle Bildungsprocesse vermittelt, und dadurch unterscheidet sie sich von der Schleimmembran, wozu sie Gorgone (Bullet. des scienc. médic. par Ferussac 18, 331) rechnete, und von den serösen Membranen, mit denen Meckel die Gefäßhaut verglich, wegen ihrer Neigung zu Entzündung, Verwachsung und Verknöcherung (vergleich. Anat. 5, S. 4). In der That gehört der Proceß der Entzündung nicht der Gefäßhaut an, denn in Entzündungen lös't sie sich selbst auf, wie wir gezeigt haben, und nur die zelligen Häute entzünden sich; auch die Verknöcherung gehört nicht der innersten Gefäßhaut an, sondern bildet sich in der innersten Schicht der Faserhaut zwischen dieser und der eigentlichen Gefäßhaut, indem sich nach Lusac hier zuerst eine breiartige Substanz zeigt, welche dann lederartig und knorpelig wird und endlich verknöchert (de ossescentia arteriarum senili. Marb. 1818). So ist auch die Knorpelröhre, wodurch die Aorta beim Stör verläuft, noch mit der innersten Gefäßhaut ausgekleidet, und in den Blutleitern des Gehirns und an den Venen der Knochen ist, wie Breschet gezeigt hat, die Gefäßhaut immer vorhanden, nur bei ersteren von einer fibrösen Schicht der harten Hirnhaut umkleidet (Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur le système veineux, Par. 1828, p. 25). Bichat glaubte, daß die Verknöcherungen der Arterien der innersten Gefäßhaut angehören (allgem. Anat. I, 2, 50); indessen sagt er selbst schon, daß die Knochenlamellen nach innen von einer dünnen Haut bedeckt seyen, durch deren Zerstörung erst die Verknöcherung in die Gefäße hineinrage, und diese Haut ist offenbar die Gefäßhaut selbst. Daß dergleichen Verknöcherungen in den Venen sich nicht finden, liegt also nicht in einer Verschiedenheit ihrer innern Haut von der der Arterien, sondern darin, daß die Venen keine Faserhaut besitzen, auf deren innerer Seite sich die Verknöcherungen befinden.

Beim Hirsch und dem Rinde finden sich am Ursprunge der Aorta regelmäßige Verknöcherungen (ossicula cordis) zwischen der Gefäß- und Faserhaut. Nach Rudolphi sind sie in der Jugend knorpelig (Phys. 2, 2, 294), weßhalb Kielmeyer diese Knochen dem Damhirsch und dem Reh mit Unrecht abgesprochen hat (Obs. nonnull. os cordis cervi spectantes, resp. Luethi, Tub. 1824).

§. 111.

Die innere Gefäßmembran bildet durch Einschnürungen, welche der Gliederung der Lebensgefäße bei den Pflanzen ähnlich sind, Vorsprünge nach innen, welche die Klappen in den Venen und auch im Herzen darstellen. Die Venenklappen sind einfache Duplicaturen der Innenhaut. Die Herzklappen erhalten durch Zellgewebe, das sich von außen zwischen die Faltung schiebt, eine größere Stärke. Dieses Zellgewebe ist es nun, was in den Klappen des Herzens häufig krankhaft verknöchert, ähnlich wie in den Arterien. Die Klappen fehlen in der Nabelvene und der Pfortader, den Hirnsinus, dem Stamme der untern Hohlvene, den Venen des Uterus. Beim Pferde haben die Milzvenen Klappen. Die Structur der Arterien, Venen und des Herzens unterscheiden sich nur durch die Verschiedenheit der Membranen, welche sich um die Gefäßhaut bei ihnen hinzubilden. Den Arterien ist ihre eigene Faserhaut eigenthümlich, welche von Einigen nach Haller, J. Hunter, Verschuir (dissert. de arteriarum et venarum vi irritabili, Groning. 1766), Sömmering für musculöser Natur gehalten wurde. Bichat meinte, daß die Arterienfaser sich dadurch von der Muskelfaser unterscheide, daß kein Zellgewebe zwischen sie eindringe, woher die große Sprödigkeit derselben rühre (allgem. Anat. I, 2. Abtheil. 56, 57). In der That aber ist die Arterienfaser selbst nicht anders als aus verdichteten Zellgewebefasern gebildet.

Ich habe die Aterienfaser mikroskopisch untersucht. Sie besteht aus netzförmig in langen Maschen verbundenen Fasern, die sich nur durch die etwas größere Dicke und die schmalen und kleinen Maschen, wodurch sie sich verbinden, vom Zellgewebe unterscheiden. Sie gehen nicht gesondert neben einander parallel fort, wie die Muskelfasern, und die Haut hat das gestreifte Ansehen bloß von der Richtung der Maschen. Die Arterienfasern liegen, wie Bichat richtig beschrieb, in kreisförmigen Schichten oder Lamellen um die innerste Haut, welche sich sowohl auf den Querdurchschnitten, als durch Ablösen der Schichten in Lamellen, besonders an der Aorta, leicht erkennen lassen. Indem die Maschen dieser Faserschichten nach außen lockerer und breiter werden, geht die Faserhaut allmählich in die Zellenhaut der Arterien über, ohne bestimmte Gränze, so daß man die Metamorphose leicht erkennt. Nach Berzelius

kommt auch die Arterienfaser in ihren chemischen Eigenschaften mehr mit dem Zellgewebe überein. Sie ist in Essigsäure unlöslich, leicht löslich in Salpetersäure, und diese Solution wird weder von Kali noch von Cyaneisenkalium gefällt, wogegen die Muskelfaser in Essigsäure löslich, in Mineralsäuren unlöslich ist, und die essigsaure Lösung wird von Cyaneisenkalium präcipitirt, was bei dem Zellgewebe der Sehnenfaser und der Arterienfaser nicht geschieht. Von der Sehnenfaser unterscheidet sich die Arterienfaser aber durch ihre feinere Structur, ungeachter der chemischen Analogie durchaus, und die Arterienfaser ist daher auch nicht rein elastisch, wie die Sehnenfaser, sondern besitzt zugleich die organische Contractilität des Zellgewebes. Die Venen haben um die Gefäßhaut nur eine einfache Zellenschicht, die bei Vögeln, wo die Wandungen stärker sind als bei Säugethieren, aber auch ein faseriges Gefüge annimmt. Doch zeigen die größern Venenstämme der Säugethiere, des Menschen einen faserigen Bau, der sich von der Arterienfaser aber zu unterscheiden und mehr musculöser Natur zu seyn scheint. Die Fasern sind aber sehr sparsam, und erstrecken sich immer nur in die Länge der Vene. Retzius hat solche Fasern bei Schlangen, Weber bei Säugethieren beschrieben. Nach Bichat sieht man sie an der oberflächlichen Venenhaut an der vena saphena, durch deren innere Membran die Fasern durchscheinen, wenn man sie öffnet (allg. Anat. II, 153). Die Structur des Herzens unterscheidet sich von den Gefäßen dadurch, daß, anstatt der Fasern und Zellenhaut, sich wirkliche Muskelsubstanz um die innere Gefäßhaut bildet. An dem schlauchförmigen oder blasenförmigen Herzen der niedern Thiere lagern die Fasern sich in Schichten, die man noch am Fischherzen trennen kann. Die Muskelschicht ist in dem arteriellen linken Ventrikel bei Vögeln und Säugethieren stärker, als im rechten, womit auch die geringere Weite des linken Ventrikels zusammenhängt, die von Haller, Senac, Meckel, Legallois untersucht, und von Legallois bei Hunden, Katzen und Kaninchen so bestimmt worden ist, daß sich der linke zum rechten Ventrikel wie 1:1,1—1,2 verhalte (Oeuvres I, p. 330 sq.). Die Muskelfasern des Herzens kommen in ihren wesentlichen Eigenschaften mit denen anderer Organe überein, zeigen dieselbe gegliederte Beschaffenheit und auch die feinen Querstreifen, welche man auf den willkürlichen Muskelfasern sieht, wenn gleich nicht immer gleich

deutlich ausgedrückt, durchknicken sie sich bei der Zusammenziehung durch knieförmige Beugungen. Nur die Anordnung der Fasern unterscheidet die Herzmuskeln. Die Fasern sind bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren nicht durch Zellenschichten in Bündel gesondert, wie bei den willkürlichen Muskeln, und nicht in einfache Membranen zusammengefügt, wie bei niedern Thieren und in der Muskelhaut des Darms, sondern auf mannichfaltige Weise und fast nach allen Richtungen hin durchflochten, in mehr oder weniger spiralförmigen Windungen.

Die Faser- und Zellhaut der Gefäße und die Muskelsubstanz des Herzens werden durch eigene Gefäße (vasa vasorum) ernährt. Diese Gefäße entspringen nicht aus der Höhle der Arterien, zu deren Häuten sie sich begeben, sondern sind Zweige aus den Gefäßen, welche das umliegende Gewebe ernähren. Sie dringen nach Bichat (allg. Anat. 1, 2, 54) und E. Burdach (Berichte d. anatom. Anstalt zu Königsberg, 8. Ber. 1835) nicht bis zur innersten Gefäßhaut, was auch leicht erklärlich ist, weil die peripherischen Gefäße, in welche sie übergehen, ganz aus derselben Gefäßhaut gebildet sind, wie die innere Haut. Die venösen vasa vasorum gehen aber nach Burdach in die Stämme, auf welchen sie sich verbreiten, zurück. Die vasa vasorum können demnach als bloß für die Zell- und Muskelhaut bestimmt betrachtet werden, deren Ernährung wie die aller andern Organe geschieht. Die Gefäße des Herzens verhalten sich im Wesentlichen wie die übrigen vasa vasorum. Bei Fischen entspringen sie nicht aus dem (venösen) bulbus aortae, sondern aus dem arteriellen Stamme nach der Vereinigung der Kiemenvenen. Die Nerven der Gefäße verbreiten sich ebenfalls nur in die Zellen- und Faserhaut. Die Herzvenen begleiten die Gefäße des Herzens, verbreiten sich aber nach Scarpa auch zahlreich in die Muskelfasern desselben.

Reproduction der Gefäße.

§. 112.

Nächst dem Horngewebe zeigen unter allen Organen die Gefäße vielleicht die größte Reproduction; denn in allen sich regenerirenden Organen werden mit ihrer Substanz die Gefäße immer zugleich mit reproducirt. Die Gefäßbildung bei der Verheilung von Wunden und in den plastischen Exsudationen verwachsener

Membranen ist früher von J. Hunter und neuerdings von Schröder (observat. anatom. pathalog.) auf das überzeugendste dargestellt worden. Ebel (de natura medicatrice sicuti arteriae vulneratae et ligatae fuerint, Gießen 1826) hat die Reproduction größerer Gefäßstämme durch schöne Abbildungen nach seinen mannichfaltigen Beobachtungen erläutert, nachdem man schon durch die Bemühungen von Mayer, Parry, Maunoir kannte, daß überall nach Unterbindung oder Durchschneidung der Arterienstämme, wie bei den Operationen der Aneurismen, sich neue meist gewundene Gefäße in größerer Anzahl bilden, welche die durchschnittenen Gefäße von neuem durch seitliche Einmündungen verbinden. Offenbar geschieht die Reproduction größerer Gefäße, wie im Embryo ihre ursprüngliche Bildung, durch Ausbildung der rein peripherischen Gefäße zu größern Stämmen, und die Entstehung der peripherischen Gefäße selbst in den Ausschwitzungen und Fleischwärzchen der Wunden bilden sich auf dieselbe Weise, wie in der Keimhaut des Eies. Die Seitengefäße, durch welche sich die durchschnittenen Gefäßstämme verbinden, sind also zum Theil durch Wachsthum vergrößerte Seitenäste, zum Theil aber peripherische Gefäße, die sich zu Stämmen ausbilden. Durch das peripherische Gefäßsystem sind alle Organe unter einander verbunden, und selbst die Verbindungen und Anastomosen größerer Stämme sind nichts als Erweiterungen peripherischer Gefäße, deren netzförmiger Zusammenhang theilweise in dieser Erweiterung geblieben ist, so daß eins dieser Gefäße sich zum Hauptstamm erweitert, die andern kleinere Nebengefäße bilden, die man, wo sie mit dem Stamm in die Länge gezogene Maschen bilden, wie die Armgefäße, Collateralgefäße nennt. Diese Collateralgefäße sind aber im Wesentlichen von den Anastomosen großer Arterien im Darmcanale, von den sogenannten Wundernetzen im Gehirne vieler Säugethiere, in den Augenhöhlen der Wiederkäuer, der Katzen und Vögel nach Rapp (Meckels Archiv 1827) und Barkow (Meckels Archiv 1829) nicht verschieden, und auch die merkwürdige Bildung, welche Carlisle bei Bradypus, Myrmecophaga, Manis, Stenops entdeckt hat, haben dieselbe Entstehung (Carlisle. Philos. Trans. 1800. Vrolich, de peculiari art. extremitatum in animal. nonnull. dispos. Amst. 1826. Meckels vergleich. Anat. Bd. 5. S. 339). Bei diesen

Thieren nämlich zertheilen sich die Arterienstämme der Gliedmaßen und des Schwanzes in eine große Anzahl feinerer Zweige, die durch Anastomosen ein Netz bilden, aus welchem erst die Gefäße in das peripherische System übergehen. Ueberall sind diese Netze größerer Arterien Ueberbleibsel der ursprünglichen peripherischen Gefäßnetze, welche sich nach der Herzbildung in die Stämme metamorphosirt haben. In den Faulthieren erklärt man sich ihren Zweck dadurch, daß, während sich diese Thiere des Schwanzes und der Gliedmaßen anhaltend zum Klettern bedienen, wobei einzelne Arterien zusammengedrückt werden, nun das Blut durch die Seitennetze fließt. Die Entstehung dieser Netze scheint aber allgemein darin begründet, daß das peripherische System eines Organs oder eines Systems von Organen das andringende Blut in gewissen Perioden nicht ganz absorbirt, so daß es also in den großen Gefäßen stagnirt und nach und nach durch deren Seiten-Communication in andere Organe abfließt; in anderen Perioden dagegen wieder stark anzieht und regelmäßig verbraucht, so daß es durch alle Zweige, worin es früher stagnirte, wieder zufließt. Dabei werden nun die peripherischen Netze, welche im Begriffe sind, sich in Gefäßstämme umzubilden, beständig offen erhalten, indem das Blut bald nach dem einen, bald nach dem andern Theile der Organe, deren Gefäße mit dem Netze communiciren, stärker zufließt. In den Venen scheint überall durch die langsamere Bewegung die netzförmige peripherische Gefäßanastomose zu erhalten. So scheint das Wundernetz der Carotiden bei den Säugethieren vorzüglich durch die periodisch abwechselnde Unthätigkeit des Hirns und der Sinnesorgane im Schlaf u. s. w. und ihre anhaltende Anstrengung beim Gebrauche der Sinnesorgane bedingt. In einem Organe, das gleichförmiger alles ihm zuströmende Blut verbraucht, werden die Seitenäste der zuführenden Arteriennetze allmählich obliteriren, und nur der einfache Stamm übrig bleiben.

§. 113.

So wie also ursprünglich die großen Gefäße sich schon aus erweiterten Theilen des peripherischen Systems bilden, und dessen Form auch im erweiterten Zustande beibehalten können, so geschieht auch die Wiedererzeugung großer Gefäße durch Erweiterung

der peripherischen Gefäße zu Stämmen. Da nun das peripherische Gefäßnetz aller Theile mit einander communicirt, so ist auch nach allen Richtungen hin die Bildung großer Gefäße möglich. Nach Unterbindung eines Arterienstammes verschließen sich zuerst die durchschnittenen Mündungen, dann erweitern sich zunächst die aus dem untern Theile des Stumpfs entspringenden kleinern Arterien, welche das Blut in das peripherische System führen; die zunächst mit diesen Aesten zusammenhängenden Theile desselben erweitern sich zu Stämmen, und diese verbinden sich mit dem peripherischen Systeme, welches die Zellenhaut des abgeschnittenen Zweiges der Arterien vom benachbarten Organengewebe aus durchzieht. Die innere Gefäßhaut dieser Arterien wird an den Stellen, wo das Blut durch die peripherischen Gefäße andringt, resorbirt, und die peripherischen Gefäße öffnen sich in ihre Höhle, so daß sie selbst wieder die Fortsetzung der zu Stämmen erweiterten peripherischen Gefäße werden können. Die hierbei stattfindende Entzündung bezieht sich mehr auf die Heilung der durchschnittenen Arterie, deren Mündungen durch Exsudate plastischer Lymphe (festwerdendes Plasma) verwachsen, als auf die Bildung der neuen Gefäße, wenn sich in der exsudirten Substanz selbst nicht Gefäße bilden, die sich zu Stämmen erweitern.

Bewegungen des centralen Gefäßsystems.

a. Des Herzens.

§. 114.

Die Herzbewegungen sind bei den Gliederthieren und im Embryo der Wirbelthiere, so lange das Herz noch schlauchförmig und nicht in Kammern abgetheilt ist, völlig wellenförmig oder peristaltisch, so daß sich die Undulationen von einem Ende bis zum andern in regelmäßiger Reihe folgen, wie man es an dem Rückengefäße der Insecten und an den Rückengefäßen der Regenwürmer und Blutigel beobachtet. Ganz dasselbe beobachtete ich an den Herzen der Fischembryonen. Der ganze Schlauch schnürt sich der Länge nach in eine Reihe Abtheilungen (Glieder), deren alternirende Contractionen und Expansionen wellenförmig in einander übergehen und auf einander folgen. Auch im bebrüteten Hühnchen finde ich es ursprünglich ähnlich, und ich kann dem sonst genauen Oesterreicher (l. c. p. 28) nicht beistimmen,

wenn er behauptet, das Herz contrahire sich zuerst ohne alle Abtheilung ganz, und expandire sich ebenso zugleich wieder in allen Theilen. Bald unterscheidet man in diesen Undulationen bestimmter drei Absätze, und somit den Anfang von drei Herzabtheilungen (Vorkammer, Kammer, Aortenzwiebel), die in einer Reihe durch zwei Einschnürungen sich von einander trennen. Bei den Vögeln entstehen sie zugleich, bei den Fischen erst die vordersten zwei, während sich die letzte Abtheilung noch undulirend bewegt. Nun sieht man die Zusammenziehung der Abtheilungen nicht mehr wellenförmig in einander übergehen, da die Einschnürungen bleibend werden und sich nicht mehr ausdehnen können, sondern bloß die Contractionen der drei Abtheilungen folgen sich in einer Reihe auf einander von hinten nach vorn, und ebenso die Erweiterungen. Doch ist in diesen Bewegungen von Haus aus keine pendelartige Abwechslung in der Contraction und Expansion der drei oder der beiden ersten Abtheilungen, wie es nach Döllinger von Oesterreicher beim bebrüteten Hühnchen dargestellt wurde, vielmehr bildet die Bewegung eine Reihe sich in den drei Abtheilungen unmittelbar folgender und ein zusammenhängendes Ganze ausmachender Contractionen, denen die Expansionen in ähnlicher Reihe folgen. Ganz dieselbe Reihenfolge der Contractionen finde ich auch bei entwickelten Fischen und Fröschen, selbst wenn man hier auf den bulbus aortae gar nicht achtet, in den Bewegungen des Vorhofes und Ventrikels. Ich muß also J. Müller (Burdach, Physiol. 4, 213) beistimmen, wenn er die Herzbewegungen bei Fröschen und Fischen nicht, wie Oesterreicher zu finden glaubte, pendelartig-rhythmisch zwischen Vorkammer und Kammer alternirend, sondern die Zeit von der Contraction der Vorkammer bis zur Contraction der Kammer nur halb so lang, als von der Contraction der Kammer, bis wieder zur Contraction der Vorkammer fand. Diese längere Zwischenzeit ist nämlich für die Reihe der Expansionen, die ebenso von den Vorkammern anfängt und bis zum bulbus aortae fortgeht, bestimmt. Im Wesentlichen ist die Herzbewegung der warmblütigen Thiere von der der kaltblütigen nicht verschieden, nur folgen die Reihen der Contractionen nicht so schnell aufeinander, indem die Expansionsreihen längere Zwischenzeiten in Anspruch nehmen. In der Hauptsache war der Rhythmus der Herzbewegungen von ältern Beobachtern ziemlich richtig aufgefaßt, namentlich von Harvey,

der schon bei Säugethieren die Contraction der Vorkammern und Kammern sich so schnell auf einander folgen sah, daß beides Eine Bewegung zu seyn scheint (de motu cordis, C. V, p. 60), und von Lancisius, der die Contraction der Vorkammern mit einem Vorschlag in der Musik verglich (Haller, elem. phys. I, 418). Nur Haller hatte die ganz unrichtige Vorstellung, daß sich die Contractionen und Expansionen in Vorkammern und Kammern in gleichen Zwischenzeiten, wie die Pendelschläge einer Uhr, folgen sollten (El. physiol. 1, 415). Wenn man die Herzbewegungen richtig zergliedern will, so muß man durchaus die Idee einer alternirenden Expansion und Contraction in Kammern und Vorkammern ganz aufgeben, und nur die Reihe der Contractionen von der Vorkammer bis zum bulbus aortae oder zur Kammer im Auge behalten, weil nur in allen drei Abtheilungen zugleich eine Reihenfolge von Contractionen und eine Reihenfolge von Expansionen stattfindet. Man kommt sogleich in Verwirrung mit der Erklärung der Herzbewegungen, so wie man die Expansionen und Contractionen in den einzelnen Herzabtheilungen mit einander vergleicht. Die Contractionsreihe verläuft viel schneller, und nimmt daher einen weit kürzern Zeitraum in Anspruch, als die Expansionsreihe, beide alterniren also nicht gleichförmig, sondern greifen an den Enden in einander über, so daß, wenn die Contraction den bulbus aortae bei Fischen oder beim bebrüteten Hühnchen erreicht hat, die Expansionsreihe in dem Vorhofe schon wieder beginnt, und nur langsamer als die Contraction wieder zum Bulbus fortschreitet, und der Bulbus noch expandirt ist, während die Contraction in den Vorkammern wieder beginnt. Ganz dasselbe Verhältniß ist bei Säugethieren, wo die Reihe nur aus den Contractionen der Vorkammer und der Kammer besteht.

§. 115.

Die Erscheinungen, welche die Muskelsubstanz des Herzens bei diesen Bewegungen darbietet, sind dieselben, wie bei allen Muskeln. Die Fasern beugen sich in den Gliedern kniefórmig, und dadurch erhält die Oberfläche des Herzens bei der Contraction ein gerunzeltes Ansehen (Haller, op. min. Exp. 308, 378, 356), während sich das ganze Herz von der Spitze gegen die Basis verkürzt, verschmälert und in seiner Substanz verdichtet (Haller, op. min.

Exp. 308, 356, 357, 378). Daß die Contraction (Systole) von der Basis anfange und gegen die Spitze fortgehe, wie Senac glaubte (Tr. du cœur II, p. 142), oder von der Basis und Spitze zugleich anfange und zur Mitte fortschreite, nach der Ansicht von Treviranus (Biologie IV, S. 253), finde ich nicht. Im Gegentheil sieht man die Fasern an allen Theilen durchaus gleichzeitig sich zusammenziehen. Bei der Expansion (Diastole) wird das Herz weicher, breiter, länger. Daß die Expansion keine rein passive, durch das einströmende Blut hervorgebrachte Wirkung ist, sieht man daran, daß auch das blutleere Herz sich noch expandirt, wie contrahirt. Vielmehr scheint die Expansion, wie bei allen Muskeln, durch das active Geraderichten der geknickten Fasern zu entstehen, wobei die innere Seite der Biegung der Fasern sich ausdehnt, die äußere contrahirt. Doch scheint die Expansion nicht den Grad der Stärke wie die Contraction zu haben, und die Kraft, mit welcher ein ausgeschnittenes Herz aufgelegte Gewichte aufhebt (ein Hundeherz kann nach Oesterreicher 6½ Pfund in die Höhe werfen), oder aus der geschlossenen Hand springt, scheint mehr durch die Contraction als durch die Expansion zu geschehen, wie auch Weber und Vauft annehmen (Oesterreicher l. c. p. 31). Doch haben Merk (über thier. Beweg. Würzb. 1818) und Richerand (élém. de physiol. 1, 315) Recht, die Expansion nicht für eine rein passive Bewegung zu halten. Aber offenbar überwiegt die Activität in der Contraction die Passivität in der Expansion.

§. 116.

Der fühlbare und beim Anlegen des Ohrs an die Brustwand auch hörbare Herzschlag entsteht durch das Anschlagen der sich hebenden Herzspitze gegen die Brustwand bei der Contraction. Man hört bei der Herzbewegung ein dumpfes Geräusch, dem unmittelbar ein hellerer kurzer Schall folgt, worauf eine Pause bis zur Wiederkehr des dumpfen Geräusches eintritt, wie Lännec zuerst durch das Sthetoskop bemerkte (die mittelbare Auscultation, aus dem Franz. Namur 1822). Den ersten Schall hört man zugleich mit dem fühlbaren Herzschlag. Daß der fühlbare Herzschlag durch das Anschlagen der Herzspitze gegen die Brustwand bewirkt werde, hatte schon Hunter (über das Blut I, S. 282) gesagt, aber Haller bestimmt durch Experimente bewiesen (elem. physiol. I, L. IV,

p. 393). Nach Haller krümmt sich die Herzspitze bei der Contraction während der Verkürzung des Herzens nach vorn, und Senac (l. c. II, p. 50) und Carson (inquiry into the causes of the motion of the blood, Liverpool 1815) nehmen an, daß das ganze Herz dabei durch die angefüllten Atria, besonders des linken, von der Wirbelsäule nach vorn geschoben werde. Indeß reicht schon der Umstand, daß die Basis des Herzens der fixirte Punkt ist, gegen den die freie Herzspitze sich bewegen muß, hin, die Bewegung der Spitze gegen die Brustwand durch ihre Erhebung zu erklären.

Der Ursprung des hörbaren Herzgeräusches, welches für die Diagnostik der Herzkrankheiten von großer Wichtigkeit ist, erklärte Lännec so, daß das längere dumpfe Geräusch von der Systole der Kammern, das hellere kurze Geräusch von der Systole der Vorkammern beim Durchgange des Bluts durch das Herz entstehe, wogegen Hope (on the diseases of the heart, London 1832) meinte, das helle Geräusch entstehe durch die Erweiterung der Kammern. Auch mehrere andere Beobachter suchten das Geräusch von dem Durchströmen des Bluts durch das Herz herzuleiten, worüber Burdach (Physiol. 4, 223) die Meinungen zusammengestellt hat. Magendie (élém. de physiol. 4. éd. p. 292) hat aber gezeigt, daß auch die Herzgeräusche nur von den Ortsveränderungen des Herzens herrühren, und daß ein bloßgelegtes Herz, ohne irgendwo anzuschlagen, auch bei den stärksten Bewegungen kein Geräusch erzeugt. Der erste dumpfe Ton entsteht nach Magendie durch den Stoß der Herzspitze gegen den Zwischenraum der 6ten und 7ten Rippe, oder gegen einen andern Theil der Brustwand bei veränderter Lage. Der zweite helle Ton entspricht der Ausdehnung der Ventrikel, und entsteht durch den Stoß der vordern Wand des rechten Ventrikels gegen die hintere Fläche des Brustbeins und der rechterseits angränzenden Brustwand im Momente der Expansion der Ventrikel. Daß das erste Geräusch dumpf ist, scheint von der Nachgiebigkeit und Weichheit der Brustwand, gegen welche das Herz schlägt, und von der Ausdehnung der anschlagenden Herzfläche herzurühren; wogegen der hellere Ton des zweiten Geräusches nach Magendie dadurch entsteht, daß das Herz hier mit einer kleinen Fläche gegen die Brust schlägt, und daß das Brustbein wegen seiner ganz knöchernen Beschaffenheit leichter tönend und ein besserer Tonleiter ist, als die musculösen Rippenzwischenräume.

§. 117.

Die Bewegungen des Herzens dauern, besonders bei kaltblütigen Thieren, noch eine längere Zeit nach dem Ausschneiden des Herzens aus einem lebenden Thiere fort, was schon den Alten bekannt war (Galeni administrat. anat. L. VII, c. 8), auch nach dem Tode des Thiers durch eine plötzliche Todesart, und nach Unterbindung der Venen (Haller, op. min. I, 151. Barkow in Meckels Archiv 1830, S. 5) bewegt sich das Herz noch fort. Es ist also nicht der Reiz des Bluts auf die innere Haut des Herzens, welcher die Bewegung bestimmt. Hierbei werden jedoch die Contractionsreihen unregelmäßig, was gewöhnlich damit beginnt, daß die Vorhöfe sich mehrmals kurz hinter einander zusammenziehen, gleichsam mehrmals ansetzen, bevor die Ventrikel sich contrahiren (Haller, op. min. I, 56, 152), bis am Ende nur noch unbestimmte Bewegungen an einzelnen Stellen sich zeigen. Zuweilen kehren einige Zeit nach dem Aufhören durch Ruhe noch einmal rhythmische Bewegungen wieder, besonders bei Fröschen und Fischen, bei denen die Zähigkeit des Herzlebens größer ist, als bei warmblütigen Thieren, nach den Beobachtungen von Knox (aus Edinb. med. and surgic. Journ. Oct. 1822, in der Salzb. Zeitung 1823, 52. Bemerkungen über die Herzthätigkeit der Fische) und Scoresby, der ein ausgerissenes Haifischherz noch einige Stunden lang schlagen sah. In dem frühern Lebensalter scheint die Tenacität des Herzens größer zu seyn. Das Herz eines Kaninchens von Einem Tage schlägt bis 20 Minuten nach der Excision, das Herz eines 30 Tage alten Kaninchens nur 1½ Minute (Senac l. c. II, 142), ähnlich bei den Fischen nach Forchhammer. Auch einzelne ausgeschnittene Herzstücke bewegen sich noch abwechselnd (Haller, op. min. Exp. 306, 307). In einem getödteten Thiere verliert nach Haller gewöhnlich der linke Ventrikel seine Bewegung zuerst, dann das linke Ohr, dann der rechte Ventrikel, so daß das rechte Herzohr alle Theile überlebt (Haller, op. min. Exp. 300), doch ist dieß keineswegs immer der Fall, und die längere Dauer der Bewegung des rechten Vorhofs hängt nicht von einer größern Lebenstenacität, sondern von dem längern Einströmen des Bluts ab, und schon Haller fand, daß wenn man die Aorta unterbindet und die Hohlvene verwundet, um im linken Herzen länger Blut zu erhalten und es aus dem rechten zu entleeren, nur das rechte Herz länger (bei einer Katze

bis gegen 4 Stunden) sich bewege (Op. min. Exp. 344). Indessen scheint es doch nicht der Reiz des Bluts auf die innere Herzfläche allein, sondern vorzüglich die fortdauernde Wärme, welche dem Herzen durch das einströmende Blut mitgetheilt wird, zu seyn, welche die Bewegungen unterhält. Denn obgleich venöses Blut die Organe nicht besonders zu erregen fähig ist, so hört doch selbst das arterielle Herz nicht zu pulsiren auf, wenn venöses Blut beim gehemmten Athmen durch dasselbe strömt, und das rechte Herz würde keine Bewegung haben, wenn es nur durch Reizung seiner innern Fläche mittelst arteriellen Blutes die Fähigkeit zur Bewegung hätte. Es ist nur das arterielle Blut, welches durch die Kranzarterien der Muskelsubstanz des Herzens zugeführt wird, was seine Lebenserregung erhält, und Bichat hat schon gezeigt, daß der Tod des Herzens bei Hirnleiden immer erst dadurch erfolgt, daß durch die aufgehobene Respiration venöses Blut in die Arterien des Herzens dringt. Wie wenig von der Gegenwart von Blut in den Herzhöhlen die Bewegung desselben allein bestimmt wird, sieht man deutlich an den Erscheinungen bei Ohnmachten. Wenn bei Verblutungen Ohnmacht und Asphyxie eintritt, so erscheinen sie immer viel früher, als alles Blut aus dem Herzen entleert ist (Scheel, Transfusion II, 133. Hales Statik des Geblüts, S. 17. Blundell Researches physiologicals, p. 66, 94, 99). Die Aufhebung der Herzbewegung geht hier von dem Mangel an Zufluß von Blut zum Gehirn aus, und kann durch Unterbindung der Carotiden, nach welcher das Gehirn noch durch Vertebralarterien Blut erhält, schon erzeugt werden. Es ist diese Einwirkung keine andere, als wenn Ohnmachten durch reine Nerveneinflüsse: Schrecken, Aerger oder andere Affecte entstehen.

§. 118.

Nach dem Aufhören der Herzbewegungen können sie, wie alle Muskelbewegungen, durch äußere Reize wieder hervorgerufen werden. Unter den äußern Reizen scheint der wichtigste die Wärme. Schon Haller bemerkte, daß sich die Herzen getödteter Thiere gewöhnlich bis zum Erkalten bewegten. Ich habe am Herzen der Fisch-Embryonen, und vorzüglich des bebrüteten Hühnchens, die Beobachtung gemacht, daß wenn man die Keimhaut, in welcher das erkaltete Herz schon zu pulsiren aufgehört hat, wieder in warmes Wasser legt, die Pulsation bald von neuem anfängt. Auch hat man nur nöthig,

die Glasplatte, worauf die Keimhaut ausgebreitet ist; auf die warme Hand zu legen und sie zu behauchen, um sie schneller zu erwärmen, so kehren die abgestorbenen Pulsationen sogleich zurück. Schon Haller (opera minora II, 389) und Senac (Traité du cœur II, 140) haben, wie ich sehe, Aehnliches beobachtet. Wahrscheinlich hat also die längere Dauer der Bewegung in denjenigen Herzhöhlen, denen am längsten Blut zuströmt, bloß in der Wärme des Bluts ihren Grund, da auch bei der Anwesenheit von Blut im Herzen, sobald es erkaltet ist, die Bewegung dennoch aufhört. Nach v. Humboldt werden die Herzen kaltblütiger Thiere nach dem Aufhören der Pulsation durch Eintauchen in Blut wieder erregt; aber das Herz warmblütiger Thiere (einer Maus) wurde durch das Blut kaltblütiger Thiere nicht wieder zum Pulsiren gebracht (Ger. Muskel- und Nervenfaser II, 264). Ferner sah A. v. Humboldt die erstorbenen Bewegungen im Fisch- und Froschherzen in Berührung mit Sauerstoffgas wieder entstehen, so daß allmählich bis 30 Pulsationen in der Minute entstanden (ger. Muskel- und Nervenfaser 2, 273), und Haller bemerkte schon, daß die auf Einblasen von atmosphärischer Luft erregten Bewegungen weit länger anhalten, als die nach chemischen und mechanischen Reizen entstandenen (op. min. Exp. 341, 343). Dagegen bemerkten Fontana (Natur der thierischen Körper, S. 56) und Spallanzani (Diss. IV, Risult. VII), daß im luftleeren Raume die Pulsation bald aufhöre, womit sich die Beobachtung von Boyle (Phil. transact. abridg. II, 222), der ein Aalherz unter dem Recipienten der Luftpumpe geschwinder als zuvor klopfen sah, vielleicht vereinigen läßt, wenn man bedenkt, daß vor dem Absterben die Contractionen oft zitternd werden. In kohlensaurem Gas vermindern sich die Herzpulsationen nach A. v. Humboldt.

Daß auch mechanische Reizungen durch Stechen und Kneipen die Bewegungen wieder erregen, wußte schon Harvey (de generatione animalium, E. 16, p. 52). Mit mancherlei chemischen Reizen hat Haller experimentirt (op. min. E. 316, 317, 322).

Einfluß des Nervensystems auf die Herzbewegung.

§. 119.

Die parallele Entwicklung des Hirns und Herzens, sowohl in der Thierreihe, als in den Embryonen, scheint auf eine wesentliche

Abhängigkeit beider Central-Organe hinzudeuten; denn wie durch Attraction des sinus terminalis gegen das Centrum des Nervensystems das Herz sich bildet, und daher in den hirnlosen Mißgeburten auch das Herz fehlt, so findet sich auch in der Thierreihe, daß mit der stufenweisen Ausbildung des centralen Nervensystems sich auch das Herz erst vervollkommnet. Betrachtet man dazu die auffallenden Einwirkungen der Leidenschaften, der Furcht, des Muths, auf die Bewegungen des Herzens, ferner die Wirkungen der Kopfverletzungen bei Menschen, bei denen nach Hirnerschütterungen der Puls klein und matt, nach Reizungen des Hirns durch Knochensplitter hart und zusammengezogen, nach Druck ebenfalls klein wird (Burdach, Bau und Leben des Hirns III, 62), so könnte man mit Willis den Herzschlag unmittelbar vom Gehirn abzuleiten geneigt seyn; allein directe Versuche an Thieren über den Einfluß des Nervensystems auf die Herzbewegung geben uns die Ueberzeugung, daß der Gehirneinfluß nicht ein unmittelbarer, sondern entweder durch das Gangliensystem oder den Respirationsproceß vermittelt ist.

§. 120.

Die Versuche, einen unmittelbaren Einfluß des Gehirns auf die Herzbewegung zu finden, haben alle verneinende Resultate gegeben. Haller bemerkte nach dem Abschneiden des Kopfs bei Fröschen keine augenblickliche Veränderung der Herzbewegung (op. min. 1, 233); sie dauert nach Spallanzani noch fünf Stunden nach dem Köpfen bei diesen Thieren fort (Expér. sur la circulation, p. 333). Dieß bestätigt auch Treviranus (verm. Schriften I, 104) und Wilson. Wilson Philipp (Gesetze und Functionen des Lebens, aus dem Engl., Stuttgart 1832, S. 67) köpfte Kaninchen und unterband die großen Arterien zur Verhütung der Verblutung. Nach anderthalb Minuten Stillstand fing das Herz wieder an, sich zu bewegen, und konnte durch künstliches Lufteinblasen in die Lunge längere Zeit in Bewegung erhalten werden. Senac sah bei geköpften Schildkröten den Herzschlag fortdauern und sagt, daß Saviole dasselbe bei Hühner-Embryonen gefunden habe (Traité du cœur, II, 115, 121). Nach Clift (Meckels Archiv für Phys. II, 144) dauert bei Fischen nach Wegnahme des Hirns der Herzschlag ebenso

fort. Carus sah nach Zerstörung des Schlundrings bei Schnecken den Herzschlag einige Zeit aussetzen, dann aber wieder beginnen und fortdauern (Lebensbedingungen kaltblütiger Thiere, S. 84). Der Erfolg dieser Versuche war vorauszusehen, da auch das ganz aufgeschnittene Herz noch eine Zeit lang seine Bewegungen fortsetzt. Doch wird man daraus nicht schließen, daß deßhalb das Herz absolut unabhängig vom Gehirn sey, vielmehr zeigen jene Versuche bloß, daß kein directer Einfluß vorhanden ist, wogegen aber für die Dauer sich sehr wohl ein indirecter Einfluß durch das sympathische Nervensystem oder durch die Respiration ergeben kann; daher denn auch die meisten Beobachter, wenn nicht ein plötzliches Aufhören, doch eine früher oder später eintretende merkliche Veränderung der Herzbewegung gesehen haben, sobald das Hirn zerstört oder verletzt war. Zwar wollten Fontana (Vers. über d. Natur d. thier. Körp. Lpz. 1785, S. 76) und Bichat (sur la vie et la mort, p. 336, 339) nach mechanischer Reizung des Hirns keine Wirkung auf das Herz gesehen haben; indessen durften sie aus der bekannten relativen Selbstständigkeit der Herzbewegungen auch keine augenblicklichen Veränderungen erwarten, und Wilson (l. c. p. 89) sah allerdings durch plötzliche mechanische Einwirkung auf große Flächen des Gehirns merkliche Veränderungen. Nach Wilson und Wedemeyer steht nach Quetschung des Hirns bei Fröschen das Herz plötzlich still (was auch von Andern gesehen wurde), dann fängt es an sehr schnell, aber nur schwach eine Zeit lang zu schlagen. Wilson fand, daß die Wirkung des Hirns und Rückenmarks auf die vegatativen Organe durch den nervus sympathicus noch fortdauert, wenn die Wirkung auf die willkürlichen Organe schon aufgehört hat. Bei Kaninchen, die durch einen Schlag auf den Kopf getödtet und bei denen durch Lufteinblasen die Respiration unterhalten wurde, fand er, daß Weingeist, Opiumtinctur und Tabaksaufguß, auf das Gehirn oder Rückenmark angebracht, die Herzbewegung beschleunigten. Auf den Halstheil des Rückenmarks war die Wirkung stärker als auf den Lumbartheil. Opium und Tabak wirkten zuerst reizend, später lähmend. Marshall Hall (an essay on the circulation, Lond. 1831) fand die reizende Wirkung nicht bestätigt, und sagt, daß Opiumvergiftung mit dem Eintreten des Starrkrampfs auch die Herzbewegung zernichte. Indessen darf man keine augenblicklichen

Wirkungen auf das Herz bei Hirnreizungen erwarten, und daß allmähliche Wirkungen erfolgen, ist auch aus andern Erscheinungen gewiß. Es ist nun eine Hauptfrage, auf welche Weise das Gehirn auf das Herz einwirkt. Unmöglich kann dieß anders als durch das verlängerte Mark und das Rückenmark, und die aus diesem entspringenden Nerven geschehen, da vom Gehirn selbst keine Nerven mit dem Herzen in directer Verbindung stehen. Wir wollen daher zuerst die Einwirkungen des Rückenmarkes auf die Herzbewegungen untersuchen. Legallois glaubte durch seine berühmten Versuche das ganze Lebensprincip des Herzens im Rückenmark zu finden, das sich durch den nerv. sympath. auf das Herz übertrage (Exp. sur le principe de la vie, Paris 1812). Nach Zerstörung des ganzen Rückenmarks bei Kaninchen wurde die Herzbewegung sogleich undeutlich, hörte, eben so schnell wie nach dem Ausschneiden des Herzens, auf, und war durch künstliches Athmen nicht wieder herzustellen. Eine theilweise Zerstörung des Rückenmarks störte auch nur theilweise die Herzbewegung; am stärksten die Zerstörung des Cervicaltheils und des verlängerten Markes, aus dem die Athemnerven entspringen, so daß die sterbende Herzbewegung durch künstliche Respiration nicht wieder erweckt werden konnte. Minder wurde die Herzbewegung durch Zerstörung des Brusttheils des Rückenmarks und am wenigsten durch Zerstörung des Lendentheils verletzt; so daß in diesem Falle das Herz noch Kraft genug hatte, nach Unterbindung des untern Theils der Aorta das Blut in den übrigen Gefäßen umzutreiben. Indeß schloß Legallois aus dem Aufhören der Blutungen auch auf das Aufhören der Herzbewegungen, und Treviranus (Biologie IV, 275) erinnert mit Recht, daß hierbei eine geschwächte Herzbewegung für ein Aufhören derselben genommen seyn kann (vergl. Lund, Vivisectionen, S. 169). Daher fand denn auch Wilson Philipp, daß allerdings nach Entfernung des Rückenmarks und des Gehirns die Herzbewegungen fortdauern und nur schwächer werden, woraus W. Philipp schließt, daß das Princip der Herzbewegung so wenig im Rückenmark als im Gehirn sitze, daß beide nur vermittelst ihrer Wirkung auf den sympathischen Nerven einen Einfluß auf die Modificationen der Herzbewegung haben. Hiermit sind die Versuche von Mayer an Säugethieren übereinstimmend, der nach völliger Zerstörung des

Rückenmarks noch eine Viertelstunde lang die Herzbewegung fortdauern sah (Salzb. medic. chir. Zeitung 1815 III, 207). Sehr interessant ist die Beobachtung von Flourens (rech. expérim. sur les fonct. du syst. nerveux dans les anim. vert. Paris 1824, p. 189, 196), der bei neugebornen Hunden, wo das Athmen noch keinen merklichen Einfluß auf die Herzbewegung haben konnte, fand, daß nach Zerstörung des Rückenmarks und Hirns die Herzbewegung noch über anderthalb Stunden daure, was auch bei Kaninchen, Enten und Hühnern geschah, wenn die Respiration künstlich unterhalten wurde. Bei Fischen sah Clift drei Stunden nach Zerstörung des Rückenmarks die Herzbewegung unverändert fortdauern, und erst nach eilf Stunden aufhören (l. c. II, 140). An Fröschen haben Haller (op. min. 1, 233) und Spallanzani (l. c. p. 342, 378) nach Zerstörung des Rückenmarks die Herzbewegung fortdauern sehen, was auch Treviranus und Baumgärtner bestätigt haben. Ungeachtet also das Bewegungsprincip des Herzens nach solchen Erscheinungen nicht im Rückenmark sitzt, so ist doch eine früher oder später folgende Einwirkung des Rückenmarks auf die Veränderungen der Herzbewegungen nicht zu läugnen. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Wilson (l. c. p. 66), Clift (l. c. II, 140), Wedemeyer (Kreislauf des Bluts, S. 235) zeigt sich nach Zerstörung des Rückenmarks augenblickliche Beschleunigung der Herzbewegung, dann ein Aussetzen, worauf eine geschwächte Bewegung folgt. Auch Nasse (Horns Archiv 1817, I, S. 194) sah nach Zerstörung des Rückenmarks bei Hunden den Herzschlag langsamer und schwächer werden. Selbst bei Krebsen hat Carus nach Zerstörung des Nervenstrangs die Herzbewegung erlahmen sehen (l. c. p. 84). Haller (O. min. I, 233), Fontana (Nat. d. thier. Körp., S. 76) und Spallanzani (l. c. 338) wollen zwar auf mechanische Reizung des Rückenmarks keine Veränderungen der Herzbewegung gesehen haben; allein Spallanzani sagt selbst, daß während der dabei entstandenen Convulsionen merkliche Störungen der Blutbewegung bei Fröschen und Salamandern vorhanden waren, die jedoch mit dem allmählichen Nachlaß der Convulsionen wieder verschwanden, so daß wohl nicht zu sagen seyn möchte, daß das Herz an diesen Störungen gar keinen Antheil gehabt habe; um so mehr, als nach Wilson die chemischen Reize auf das Rückenmark eine Wirkung auf die Herzbewegung zeigen.

Es fragt sich jetzt nun, wie sich der Einfluß vom Rückenmark auf das Herz fortpflanzt. Nach Willis würde es der Nerv. vagus seyn, welcher die Einwirkung leitete. Indeß scheint die Wirkung der Durchschneidung des Nerv. vagus auf das Herz nach Legallois, Bichat und Emmert (Reils Archiv IX, 380) keine directe. Bichat glaubte, daß die Veränderungen der Herzbewegungen nach der Durchschneidung dieses Nerven nur dem Schmerze zuzuschreiben seyen (über Leben und Tod, 2te Abth., S. 85). Flourens dagegen folgerte aus seinen Versuchen an Fischen, daß die Wirkung des Nerv. vagus nur auf die Respiration gerichtet sey, und daß in Folge der gestörten Respiration die Herzbewegung erst leide, weßhalb nach Zerstörung der Medulla oblongata, aus welcher dieser Nerv seinen Ursprung nimmt, die Herzbewegung auch am meisten gestört sey. Obgleich Marshall Hall bei Fischen auch nach Zerstörung der Medulla oblongata die Herzbewegung noch fortdauern sah, so scheint dieß doch nicht im unveränderten Zustande geschehen zu seyn, denn auch Legallois und Wilson sahen die stärkere Einwirkung der Medulla oblongata auf die Herzbewegungen, was auch natürlich ist, da mit der Störung der Respiration nicht bloß mechanische Hemmung der Blutbewegung durch die Lungen, sondern auch Uebergang von venösem Blut in das arterielle System verbunden ist, wodurch also die Lebensreizung und Ernährung wie aller Organe, so zuerst des Herzens nothwendig vermindert und die Thätigkeit, besonders der irritablen Organe, geschwächt werden muß. Es ist nicht das venöse Blut, was durch seine Wirkung auf die innere Haut des Herzens diese Wirkung hervorbringt, denn das rechte Herz ist immer nur vom venösen Blute durchströmt und bewegt sich dennoch; sondern der Uebergang des venösen Blutes durch die Arterien des Herzens in das peripherische Gefäßsystem seiner Muskelsubstanz. Die Wirkung des Nerv. vag. auf das Herz scheint also keine directe Nervenwirkung, sondern eine durch das Blut vermittelte Schwächung der Erregung zu seyn. Es bleibt also nur das sympathische Nervensystem übrig, durch welches sich die Hirn- und Rückenmarkswirkung auf das Herz fortpflanzen kann, und in diesem Punkte hat vielleicht Legallois am meisten Recht, wenn gleich die Art der Wirkung nicht nach ihm als Ausströmung des Lebensprincips des Herzens vom Rückenmark angesehen werden kann.

§. 121.

Es fragt sich, in wie fern die Beobachtung die Wirkung der Herznerven auf die Bewegung bestätigt. Hierbei muß man aber sogleich nicht von der Voraussetzung ausgehen, daß das bewegende Princip durch diese Nerven dem Herzen zugeführt werde, denn dieses ist relativ selbstständig in den Muskelfasern; sondern es kommt nur darauf an, in wie fern die Bewegungen durch Einwirkung dieser Nerven modificirt werden können. Nach Haller zeigt sich nach Unterbindung oder Durchschneidung sämmtlicher Herznerven, und insbesondere der vom Halsganglion des Sympathicus kommenden Zweige, eine Fortdauer der Herzbewegung (Elem. physiol. I, 461 — 473). Indessen vergleicht Haller diese Bewegung mit der am ausgeschnittenen Herzen, und er sagt nicht, daß die Bewegungen unverändert fortgedauert hätten. Diese Versuche beweisen also für den wahren Zusammenhang der Sache eben so wenig, als die Behauptung von Breschet (Rech. sur le système ganglionnaire), nach welcher der Herzschlag nach Durchschneidung der Herznerven ganz aufhören soll, während er am ausgeschnittenen Herzen nicht einmal sogleich aufhört. Nach Edwards und Bavasseur hebt sogar das Ausschneiden der Halsganglien die Herzbewegung nicht sogleich auf (Froriepš Notizen XVI, S. 306); dagegen zeigen aber die Versuche über die Veränderung der Herzbewegungen durch Reizung der Herznerven deutlich genug, daß sich durch sie eine Wirkung vom Rückenmark aus auf das Herz übertragen kann. Fawler (Monro und Fawler, über thier. Elektricität, Lpzg. 1796) sah an Frosch- und Katzenherzen, deren Bewegung schon aufgehört hatte, durch galvanische Reizung von Neuem Pulsationen entstehen, und A. v. Humboldt (gereizte Muskel- und Nervenfaser, Berlin 1797 II, S. 341) fand, daß durch Reizung der Herznerven bei Kaninchen und Füchsen die Schläge des Herzens stärker wurden. An Leichnamen Enthaupteter und an getödteten Thieren beobachteten Vasalli, Giulio und Rossi, daß durch galvanische Reizung des Herzgeflechts stärkere Pulsationen, als durch mechanische Reizung des Herzens erregt wurden (Hufelands Journal f. prakt. Heilk. I, 129, II, 130). Auch Wedemeyer (Kreisl. d. Bluts, S. 64) und J. Müller (Physiol. 1, 180) bestätigen die Beobachtungen über die durch Galvanismus verstärkten Herzbewegungen. Zwar fehlt es auch nicht an mißlungenen Versuchen, und Fontana,

Behrends (Ludwig, script. neurolog. min. Lips 1791—95, III, p. 21), Treviranus (Biologie IV, 269) haben keine verstärkten Bewegungen durch Galvanisiren der Herznerven gesehen; abet Autenrieth machte schon auf den wichtigen Umstand aufmerksam, daß nur bei dauernder Einwirkung des Galvanismus in geschlossener Kette schnellere und längere Pulsationen als ohne Galvanismus entstehen, und daß man nicht so plötzliche Bewegungen als bei willkürlichen Muskeln erwarten müsse (Handb. der Physiol. 1, S. 193). Entscheidend für die Wirkung der Herznerven auf die Bewegungen des Herzens ist auch eine Beobachtung von Burdach (Physiol. IV, 564), der bei einem getödteten Kaninchen diese Nerven mit Kali und Aetzammonium betupfte und die Herzpulsationen schneller werden, und als sie schon matt geworden waren, dadurch wiederum lebhafter werden sah. Man kann also wohl annehmen, daß der Nerveneinfluß des Hirns auf das Herz durch das Rückenmark, und wiederum der Einfluß des Rückenmarks durch den sympathischen Nerven vermittelt werde. Die Wirkung des Nerv. vagus auf das Herz scheint nur durch die Veränderungen der Respiration vermittelt und derjenigen gleich zu seyn, wo auch durch willkürliche Unterdrückung des Athemholens die Herzbewegung, fast wie in den winterschlafenden Thieren, zum Stillstand gebracht werden kann. Die Erhöhung der Herzbewegung bei Anstrengung des Körpers scheint durch die allemal damit verbundene erhöhte Respiration zusammenzuhängen, wozu noch der verstärkte Rückfluß des Bluts zum Herzen aus dem peripherischen System bei Contraction der Muskeln gerechnet werden muß. Indessen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß in Leidenschaften durch directe Nerveneinwirkung die Herzbewegung auf mancherlei Weise verändert werden kann.

b. Bewegungen der Gefäße.

§. 122.

Eine wirklich selbstthätig pulsirende irritable Bewegung zeigt sich nur in dem bulbus aortae der Fische, Frösche und der Embryonen der Vögel, so wie in dem Stamm der untern Hohlvenen und der Lungenvenen bei Amphibien, Fischen und Säugethieren. Diese Theile pulsiren auch blutleer nach dem Ausschneiden noch fort, wie schon Malpighi am bebrüteten Hühnchen, ebenso Senac (l. c. II, p. 138), Verschuir (de art. et venar. vi

irrit. p. 83), Sarlandière (Mém. sur la circulat. p. 17), Spallanzani (Expér. sur la circulat. Exp. 131, 137, 147, 151, 157) bei Fröschen, Salamandern und Eidechsen, auch Haller bei Fröschen (op. min. 1, 188), so wie Wedemeyer und J. Müller an Katzen (Müller, Physiol. 1, 152) beobachteten. Diese Organe haben bei Amphibien auch wirkliche Muskelfasern, die Wedemeyer auch beim Zitterrochen deutlich beobachtete (l. c. n. 46). Nysten (rech. de physiol. et pathol. chimiques, Paris 1811, p. 48) fand, daß die untere Hohlvene der Fische sich auf galvanischen Reiz zusammenzog, was Wedemeyer auch bei Amphibien und bei warmblütigen Thieren beobachtete (l. c. 67). Diese Theile sind daher als Fortsetzungen des Herzens und zum Herzen gehörig zu betrachten, ähnlich wie auch das von Hall entdeckte sogenannte Caudalherz am Aal. Dagegen zeigt der übrige Theil der centralen Gefäßverzweigungen keine Irritabilität, die mit der Muskelzusammenziehung zu vergleichen wäre, wenn ihm gleich eine organische Contractilität nicht abzusprechen ist.

Daß die Arterien sich weder auf galvanischen, noch auf mechanischen Reiz irritabel contrahiren, darüber sind die besten Beobachter einig. Nysten, der die Hohlvene der Fische sich auf galvanischen Reiz zusammenziehen sah, fand nie eine solche Contraction an der Aorta enthaupteter Verbrecher, und Magendie, Berzelius, Wedemeyer sahen ebenso, selbst auf den stärksten galvanischen Reiz, die Arterien eben getödteter Thiere unbeweglich. Wedemeyer sah auch durch Galvanisiren der freigelegten Carotis bei einem lebenden Hund eben so wenig als durch mechanische Reizung eine irritable Contraction, welches letztere auch schon von Haller bemerkt worden (op. min. 1, 426). Wenn daher Home nach Berührung des isolirten Nerv. recurrens ein stärkeres Pulsiren der arteria carotis bei einem lebenden Thiere bemerkte (Phil. Trans. 1815, Meckels Archiv III, 139), so war dieß wohl Folge des durch den Schmerz aufgereizten Körperzustandes überhaupt, wobei das Herz schneller schlug.

§. 123.

Obgleich aber den Arterien wahre Muskelreizbarkeit fehlt, so darf man ihnen doch eine organische Contractilität, die mit dem Tonus des Zellgewebes verwandt ist, nicht absprechen. J. Hunter

(über das Blut, I, 237), Hastings (über die Entzündung der Schleimhaut der Lungen, a. d. Engl. von Busch, Bremen 1822, S. 13, 28), und Wilson Philipp haben die Erscheinungen dieser Contractilität, jedoch mit Unrecht, auf wahre Irritabilität bezogen. Beide kommen zwar darin überein, daß sie, wie jede organische Thätigkeit, auf äußere Einflüsse erregbar sind, aber die Erregbarkeit wahrer Muskeln (Irritabilität) ist durch das Knicken der Fasern, wodurch eine plötzliche Verkürzung entsteht, ausgezeichnet, während die Contractilität des Zellgewebes und der Arterien-Faser von einer bloßen Verdichtung ihrer Substanz herrührt. Hunter hat an den Arterien des Nabelstrangs zuerst erkannt, daß ihre Contractilität eine organische sey, weil sie nach dem Tod aufhöre; welche Beobachtung Parry (Wesen des arteriösen Pulses, a. d. Engl. von Embden 1817) bestätigt hat. Wenn man die Nabelschnur sogleich nach der Geburt durchschneidet, so zieht sie sich fast bis zum gänzlichen Verschließen ihres Lumens zusammen. Läßt man sie aber mit Blut erfüllt bis zum nächsten Tage liegen, und durchschneidet sie dann, so bleibt ihr Lumen ganz offen. An den größten Arterien des Körpers ist diese Contraction zwar auch vorhanden, aber nicht bis zu dem Grade, daß sie sich bis auf das Verschließen ihrer Mündung verengerten, wie an verbluteten Thieren näher von Treviranus und Wedemeyer (l. c. 32) beobachtet ist; doch leidet es keinen Zweifel, daß auch kleinere Arterien des Körpers sich bis zum Verschließen allmählich contrahiren, wenn sie durchschnittten sind (Verschuir, diss. de arter. et venar. vi irritab. 1766). Das Verschließen und Verheilen größerer durchschnittener Arterien geschieht durch Bildung eines oft mehrere Zoll langen Pfropfes aus reinem Plasma gebildet (Bell, essay on the forces by which circulate the blood, Lond. 1819, p. 18). Hastings hat auch an entblößten Arterien lebender Thiere nach dem Schaben mit einem Messer Zusammenziehungen beobachtet, von denen er mehrere Arten unterscheidet, die aber sämmtlich nicht sogleich, sondern erst nach 15—20 Minuten erfolgen, also eben so allmählich wie die Contractionen des Zellgewebes geschehen. Die eine Art (contr. annularis) ist eine ringförmige Einschnürung an einer Stelle der Arterie; die andere Art ist eine Verengerung, die sich eine große Strecke in die Länge zieht (c. serpens), was auch Verschuir

(l. c. Exp. 14) beobachtet hat. Bei einer dritten Art von Contraction (c. inaequalis) schnürt sich die Arterie stellenweise ein, so daß sie ein knotiges Ansehen bekommt. Tiedemann (Oppenheim, diss. syst. exper. circa vitam arter. Mannh 1822, E. 1, 9, 12) und Parry (l. c, E. 33, 34) bestätigen auch, daß bloßgelegte Arterien sich durch den bloßen Reiz der atmosphärischen Luft merklich zusammenziehen. Carson hat mit Unrecht den Grund des Leerseyns der Arterien nach dem Tod aus dieser Zusammenziehung erklärt (Med. chir. Trans. Vol. II, 1820, p. 165). Auf Anwendung rauchender Salpetersäure und des Vitriolöls sah Verschuir (l. c. E. 7, 13, 16) bei lebenden Thieren Contractionen der Arterien erfolgen, die an der Arterie eines todten Thiers nicht entstanden, woraus er folgert, daß es keine Corrosion seyn könne. Aehnliche Beobachtungen machten Zimmermann (de irritabilitate, Diss. p. 24) und Lorry (van der Monde, Journal, T. VI, p. 7). Auch sieht man, daß eine lebendige Contractionskraft den Arterien inwohne, daran, daß sie bei Lähmungen erschlaffen, dem Andrange des Blutstroms nicht mehr das Gleichgewicht halten und ausgedehnt werden, wodurch der verschiedene Puls in gelähmten Gliedern entsteht. Solche Lähmungen der Gefäße lassen sich auch künstlich mittelst Durchschneidung der Nerven eines Gliedes in dessen Arterien hervorbringen. Nach Ens (de causa vices cordis alternas producente, §. 4) hört der Puls allmählich in einem Glied auf, dessen Nerven unterbunden sind, und nach Treviranus (Biologie IV, 267, 646) geschieht dasselbe, wenn man den Nerven durchschneidet. Krimer sah daher in solchen Fällen eine langsamere Blutbewegung folgen, wobei sich auch die peripherischen Gefäße ausdehnten (Physiol. des Blutes, 136, 161).

§. 124.

Die organische Contractilität findet sich in den Venen wie in den Arterien. Die Venen ziehen sich nach der Entleerung fast noch stärker zusammen als die Arterien, so daß selbst die Mündungen größerer Venen fast verschwinden. Daher contrahiren sich verwundete oder durchschnittene Venen eines lebenden Thiers sehr leicht und verheilen schnell. Marx (Diatribe anatom. physiol. de structura et vita venarum, Carlsruhe 1819) konnte die von Verschuir und

Hastings beobachteten Contractionen der Venen auf mechanische Weise und nach Berührung mit Weingeist nicht finden, sah aber, daß sich die Venen bei Berührung mit der Luft und besonders stark bei Berührung mit verdünnter Schwefelsäure zusammenziehen, was an todten Venen nicht mehr geschah. Spallanzani (l. c. 346) sah bei Verblutung eines Hühnchens die vordere Hohlvene auf $^1/_{12}$, die hintere auf $^1/_9$ ihres Durchmessers sich zusammenziehen.

Außer der organischen Contractilität hat nun die innerste Haut in den Arterien, Venen und im Herzen überall die Eigenschaft der lebendigen Turgescenz, wie im peripherischen System, und durch ihre Anschwellung kann daher nach Zusammenziehungen der Zellenhäute die Mündung der Gefäße noch mehr verengert werden. Empfindung scheint die innere Gefäßhaut nicht oder nur in geringem Grade zu besitzen. Man steckt bei Infusionen und Transfusionen Troicarts in die Venen, ohne daß es die Thiere merken, und Bichat steckte durch die rechte Jugularvene eine lange Röhre bis ins Herz, um dieses zu irritiren, ohne daß in den Venen eine Empfindung davon gewesen wäre. Auch die Injectionen reizender Dinge, z. B. des Brechweinsteins, in die Adern, verursachen keinen Schmerz, obgleich der Brechweinstein, auf die Haut applicirt, sogar blasenziehend wirkt.

§. 125.

Von jener organischen Contractilität der Arterien muß man sehr wohl ihre physikalische Elasticität unterscheiden, durch welche sie dem mechanischen Andrange der Blutwellen vom Herzen aus Widerstand leisten. Durch diese Elasticität, welche besonders in der Arterienfaser ihren Sitz zu haben scheint, unterscheiden sich insbesondere die Arterien von den Venen, und die Steifheit ihrer Wandungen, wodurch die Mündungen der durchschnittenen Arterien offen stehen, rührt von der Elasticität her. Von dieser Elasticität entstehen durch die mechanische Wirkung des Herzens auf die Blutsäule in den Gefäßen die dem Herzschlag entsprechenden alternirenden Erweiterungen oder Verlängerungen und Verengerungen oder Verkürzungen der Arterien, welche man beim Pulse bemerkt, von welchem weiterhin die Rede seyn wird. Uebrigens scheint die Elasticität der Arterien mit ihrer organischen Contractilität ebenso zusammenzuhängen, wie die Elasticität mit der Irritabilität der Muskelfaser, wo ebenfalls die physikalische mit der lebendigen Eigenschaft zusammenwirkt.

Dritter Theil.

Die Circulation des Bluts in den Gefäßen.

Begriff.

§. 126.

Die Bewegung des Bluts im lebenden Körper ist eine Wirkung der vereinten Thätigkeit des Bluts und der Gefäße in ihrer Wechselwirkung, und ihre wahre Natur kann nur aus den Lebensverhältnissen und Zwecken beider in dem Kreise der organischen Verrichtungen eingesehen werden. Das Blut ist der bildende und belebende Stoff, aus dem sich alle Organe, wie aus einem Keim, ernähren und wiedererzeugen, indem sie ihren Zeugungsact wiederholen. Mit diesem Ernährungsproceß ist ein beständiger Auflösungs- und Rückbildungsproceß der Organe verbunden, und das Blut nimmt eben so die zerfallene Substanz wieder in sich auf, wie es den organisirenden Stoff an die Organe austheilt. Diese Veränderungen setzen das Bedürfniß der Ausscheidung der aufgelöst'en und der Wiederaufnahme der belebenden Stoffe durch das Blut voraus, was nicht anders geschehen kann, als durch Rückfluß des seiner belebenden Qualität beraubten und mit absterbenden Ueberresten beladenen Theils desselben in ein Organ, wo es seine belebende Kraft wieder erhält: das Athmungsorgan. Unterdessen fordert der fortgehende Bildungsproceß frisches Blut, welches den Organen aus der Lunge oder den Kiemen wieder zugeführt werden muß, und hiervon ist die Unterscheidung des Bluts in einen verbrauchten (venösen) und einen wiederbelebten (arteriellen) Theil eine nothwendige Folge, indem dieser Gegensatz allein den ungestörten Fortgang der Ernährung

möglich macht. Dieser fortlaufende Stoffwechsel bedingt die Circulation des Bluts: das Strömen von der Lunge zu den Organen, von den Organen zur Lunge, zu deren Zweck sich die Gefäße bilden. In denjenigen Organismen, deren einzelne Glieder selbstständig für sich ihren Lebenskreis durchlaufen, findet keine Rückbildung des einmal entwickelten, sondern ein allmähliches Absterben desselben, während sich neue Glieder über die absterbenden hinaus entwickeln, statt, wie in den Pflanzen und den ihnen der Form nach ähnlichen niedern Thieren. Hier wird bloß eine einfache Verbreitung des Bluts oder Lebenssaftes nach seiner vollendeten Bildung in die einzelnen Organe nöthig seyn, ohne daß zu neuer Wiederbelebung ein Rückfluß in ein Athmungsorgan erforderlich wäre, weil sich die ganze Blut- oder Lebenssaftsubstanz in die Bildung der einzelnen Glieder überträgt. In diesem Falle reicht eine einfachere Bewegung hin, die in jedem einzelnen Glied abgeschlossene und ohne centralen Zusammenhang rein peripherischer Natur seyn kann, wie sie sich als Rotation und Cyclose bei den Pflanzen findet. Bei den höhern Thieren, wo ein fortdauernder Zusammenhang aller Glieder zu der Einheit und dem Zwecke des Ganzen gefordert wird, muß dagegen auch das Blutsystem seine Vereinigung aus allen Theilen in einen Centralpunkt haben, um alles Aufgelöst'e von sich auszuscheiden und dafür neuen Bildungsstoff in alle Organe zu vertheilen. Hiermit ist gegeben, daß nach den verschiedenen Stufen der Ausbildung der Thiere und den Graden der Einheit, zu denen sich alle Organe verbinden, entsprechend dem Grade der Differenz des arteriellen und venösen Bluts, auch ein verschiedener Grad der Centralität des Circulationssystems vorhanden ist, so daß der ausgebildete Typus desselben nicht als Norm seiner Bildung in allen Classen gelten kann.

Dem Zwecke gemäß lassen sich in dem Ganzen der Blutbewegung bei den Thieren zwei Theile unterscheiden, der eine, welcher bestimmt ist, das ernährende Blut an Ort und Stelle zum Bildungsproceß im Körper oder zur Erholung in den Athemorganen zu verbreiten (peripherischer Theil); der andere, dessen Zweck ist, das verbrauchte Blut wieder zurück und das frische Blut seinem Zwecke zuzuführen (centraler Theil). Wir wollen nun zuerst die historische Entwicklung unserer Kenntniß der Blutbewegung kurz betrachten.

1. Theorie der Alten.

§. 127.

Im Allgemeinen war in der spätern Zeit des Alterthums die Richtung der Blutbewegung im Körper der Säugethiere und des Menschen ganz richtig erkannt, und schon Galen hat die Blutströmung von den Lungen zum Körper und vom Körper zu den Lungen im Zusammenhange naturgemäß angegeben, wie schon Hecker durch genaue Beweisführung gezeigt hat (Geschichte der Heilkunde, Th. 1, S. 489, und literarische Annalen 1831, XIX, S. 1). Die Theorie des Praxagoras, nach welcher man glaubte, daß die in den Lungen eingesogene Luft (Pneuma, Luftgeist) in die Arterien übergehe und diese anfülle, weil sie nach dem Tode leer erscheinen, wurde zwar von den ägyptischen Aerzten, ungeachtet der genauern Kenntniß vom Baue des Herzens nach Herophilus und Erasistratus, noch beibehalten, aber von den Römern als irrthümlich erkannt, nachdem sie im Leben die Arterien mit Blut erfüllt gefunden hatten. Aber eben diese Theorie führte Galen zur Erkenntniß des wichtigen Unterschiedes zwischen Arterien- und Venenblut, indem er einsah, daß der in die Lungen eingesogene Luftgeist zwar nicht frei in den Arterien enthalten sey, doch aber dem Arterienblute zugemischt werde, und daß sich dadurch das Arterienblut von dem Venenblute wesentlich unterscheide. Da in der Erkenntniß dieses Unterschiedes das Wesen der Galenischen Theorie der Blutbewegung und ihres Zweckes begründet ist, so halte ich es nicht für überflüssig, sie aus den Quellen näher zu beweisen. Wir übergehen den handgreiflichen Beweis des Galen, daß wirklich Blut in den Arterien enthalten sey, weil eine an zwei Stellen unterbundene Arterie eines lebenden Thiers beim Einschneiden Blut ergieße (Galeni opera ex octava junctarum editione, Venet. 1609; de usu part. L. IV, sang. natur. cont. in art. I, 141. H); weil schon die Verletzungen der unter den Venen liegenden Arterie beim Aderlaß die Aerzte früher überzeugt hatte, daß Blut in den Arterien enthalten sey (Celsus, de med. Lb. II, C. X). Galen sagt nun, dem Arterienblute werde die Luft beigemischt (de diffic. febr. L. 1, III, 155. C); das Arterienblut ist also feiner und lufthaltiger als Venenblut (de usu part. L. 4, I, 140. B); es ist auch wärmer (de tumor. praet. natur. III, 483). Am linken

Herzen und in allen Arterien, welche damit zusammenhängen, ist das Arterienblut überall gleich, also in der Lungenvene, die Galen venöse Arterie nennt (ἀρτερία φλεβώδες), ebenso wie in den Körperarterien, und ähnlich erfüllt Venenblut das rechte Herz und alle Venen, die Körpervenen wie die Lungenarterien (φλὲψ ἀρτηριώδης) (de decoctis L. VI. I, 263. C). Es ist also von besonderer Wichtigkeit, daß Galen das ganze venöse und eben so das ganze arterielle System von einem Extrem zum andern als ein zusammenhängendes Ganze ansah, und daher auch die wahre Bedeutung, besser bezeichnende Benennungen für die Lungenarterie (arteriöse Vene) und für die Lungenvene (venöse Arterie) hatte, als wir sie nach Harvey besitzen. Im Uebrigen wußte auch Galen, daß in den Arterien weniger Blut als in den Venen enthalten sey (l. c. finit. med. Libr. isagog. 44. B). Im Ganzen sieht Galen das Arterienblut nur als reines Blut an, das Venenblut ist unrein, mit Schleim, Galle und Serum vermengt (de plenitud. III, 80. H); aber das Blut wird zuerst in den Venen erzeugt (de decoct. Hipp. I, 240. F), vorzüglich in der Leber (de morb. vulg. L. VI. III, 188) und an vielen andern Stellen. Die unreinen Stoffe aus dem Venenblute haucht die Lunge aus (de usu respir. C. I. p. 426, ed. Chart.). Der Luftgeist, welcher in das Arterienblut übergehe, um das thierische Leben zu erhalten, sey offenbar derselbe Theil der Luft, welchen die Flamme beim Verbrennen erhalte. Die Ernährung geschehe, indem das Blut durch die Gefäßwände von den Theilen angezogen werde (de usu part. L. VI, I. 151. D). Wie sich nun Galen die Blutströmung von den Lungen zum Körper durch das Arterien- und vom Körper zu den Lungen durch das Venensystem aus der Wirkung der Klappen des Herzens bei seiner Zusammenziehung zu erklären sucht, ist schon von Hecker angegeben (l. c. p. 489). Das Venenblut strömt in das rechte Herz und wird von hier mittelst der Contractionen des Herzens durch die arterielle Vene in die Lungen getrieben, von wo es durch die schon von Herophilus erkannten und benannten Synanastomosen in die venöse Arterie übergehe, um in das Herz zu gelangen und von diesem durch die Aorta in den Körper vertheilt zu werden. Daß wirklich hier das Blut aus den Arterien in die Venen wieder übergehe, sehe man deutlich daran, daß wenn man durch Einschnitte einer Arterie ein Thier todtbluten lasse, nun

die Venen wie die Arterien leer gefunden werden, was nimmermehr geschehen könnte, wenn sie nicht mit offenen Mündungen in einander übergingen (l. c. de naturae facult. I, 307. G). Insofern in dieser Galenischen Ansicht von der Blutbewegung der Zweck derselben, nämlich Anziehung von Lebensgeist durch das Blut in den Lungen und Ernährung des Körpers durch das Arterienblut, gleichsam das leitende Princip ist, so tritt dieser Zweck auch immer zwischen den Uebergang des Arterienbluts in die Venen und umgekehrt ein, und es ist nirgends von Galen ausgesprochen, daß die Bewegung von den Arterien in die Venen und wieder von den Venen in die Arterien eine ununterbrochene sey, und daß somit das venöse und arterielle System zusammengenommen einen fortlaufenden Kreislauf beschrieben; vielmehr liegt gleichsam nothwendig in dieser Theorie, daß der Lauf des Bluts aus den Arterien in die Venen unterbrochen ist durch die ernährende Thätigkeit des Bluts.

2. Theorie der Reformationszeit. Harvey.

§. 128.

Diese Galenische Theorie ist es im Wesentlichen, welche in der Reformationszeit anfangs gegen die Ansicht, daß das Venenblut aus der rechten Herzkammer durch die Scheidewand der Kammern durchschwitze, von Realdus Columbus (de re anatom. L. XV. Vent. 1559. L. VII, p. 177), von dem unglücklichen, auf Calvins Anstiften verbrannten Mich. Serveto (de trinitatis erroribus 1531, 4, und Christianismi restitutio 1553, 8.), und vorzüglich von Andr. Cäsalpini (de plantis, L. XVI. Florent. 1583, 4. L. I, C. 2, p. 3), auf den Sprengel aufmerksam macht, vorgetragen wurde. Allein Cäsalpin bediente sich früher zuerst des Wortes Kreislauf (circulatio) für die Blutbewegung (Quaestion. peripatetic. L. V, Q. 4, fol. 125, b), und stellte nun die ganze Bewegung von den Arterien in die Venen, und von dem Venensysteme der Lungen in die Arterien mit Vernachlässigung des Unterschiedes zwischen Arterien- und Venenblut, als einen unmittelbar zusammenhängenden Kreislauf (motus perpetuus) dar (Quaest. med. L. II, Q. 17, fol. 234, a), wodurch er also sehr wesentlich von der Galenischen Theorie abwich, in welcher dieser Uebergang immer nur als ein mittelbarer erscheint, während das Venenblut in

Arterienblut, und das Arterienblut in Venenblut umgeändert wird. Die Entdeckung der Venenklappen (1546) durch Canani (Nicol. Zafferini scoperte anatomiche di Gio. Bat. Canani, Ferrara 1809, p. 16), welche Fabricius ab Aquapendente weiter ausführte (de venarum astiolis 1603), mußte einen großen Einfluß auf die Einsicht der Richtung des Bluts in den Venen haben, so daß mit der Stärke der empirischen Beweise für diese am Ende der Zweck der Circulation, der den Alten fast allein als leitendes Princip bei der Erklärung der Blutbewegung gedient hatte, ganz aus den Augen verloren wurde, und die Beweisführung sich rein auf den empirischen Boden beschränkte. Dieß ist nun der wesentliche Charakter der Harvey'schen Theorie der Circulation, welche er in seinem berühmten Werke (Exercit. anat. de motu cordis et vasorum 1628) bekannt machte. Zwei Eigenschaften charakterisiren also die Theorie von Harvey: 1) daß er sich auf rein empirische Beweise stützen konnte, die Richtung der Bewegung zu zeigen; 2) daß er mit gänzlicher Vernachlässigung des Zwecks der Blutbewegung den Uebergang beider Systeme (des arteriellen und venösen) in einander für einen ununterbrochenen hielt. Es ist merkwürdig genug, daß spätere Anhänger der Harvey'schen Theorie, welche schon das Mikroskop zur unmittelbaren Beobachtung der Blutbewegung in der Peripherie der Organe benutzen konnten, wie Spallanzani, trotz dem, was sie mit bloßen Augen schon sahen, dennoch so weit gehen konnten, ebenfalls den Unterschied zwischen Venen- und Arterienblut zu läugnen (Spallanzani, expériences sur la circulation. Exp. 91, 96, 97, 99 et 21^{mc} result. p. 271). Seine Beweise für die Richtung des Venenbluts von der Körperperipherie zum Herzen fand Harvey 1) in der nach dem Herzen hin sich öffnenden Klappenrichtung der Venen, welche nur die Bewegung des Bluts nach dem Herzen hin, nicht rückwärts gestatte (l. c. C. XIII, p. 149, 153); 2) in den Erscheinungen der Unterbindung der Venen, die zwischen der Peripherie und dem Band anschwellen und oberhalb sich entleeren (l. c. 129). Daß in den Arterien das Blut vom Herzen abfließe, sucht er zu beweisen 1) durch Unterbindung der Arterien, die zwischen dem Band und dem Herzen anschwellen und unterhalb sich entleeren (l. c. 128, 130); 2) dadurch, daß eine durchschnittene Arterie nur an dem mit dem Herzen zusammenhängenden Ende Blut im starken Strom ergießt, aber wenig aus dem andern Ende (Exp.

an. 2, ad. Rial. p. 80); 3) aus dem Klappenbau am Ursprunge der Aorta und der Lungenarterie (l. c. C. XI, p. 128, 130).

§. 129.

Die Richtung der Blutbewegung durch das Herz war immer aus der Lage der Klappen an den Mündungen erkannt worden, und auch Harvey führt sie als Beweise an (l. c. C. XVII, p. 195). Nur bei gänzlicher Nichtachtung des von Galen schon so richtig bezeichneten Unterschiedes des venösen und arteriellen Bluts, wovon jedes sein Gefäßsystem von Anfang bis zu Ende erfüllt, konnte es geschehen, daß Harvey jedes dieser Systeme in zwei Hälften trennte, die eine zwischen Herz und Lungen, die andere zwischen Herz und Körper, in deren jeder die Bedeutung desselben umgekehrt wurde, so daß die Fortsetzung des Venensystems zum Herzen als Arterie, der Anfang des Arteriensystems zwischen Herz und Lunge als Venen bezeichnet wurden. Dieß gab zu der Unterscheidung des Kreislaufs in zwei Theile, den großen oder Körperkreislauf, und den kleinen oder Lungenkreislauf, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt das Herz seyn soll, Veranlassung; ein Unterschied, der durchaus unnatürlich ist, weil der Lungenkreislauf im Sinne Harvey's schon in den Körpervenen beginnt, und sich direct durch das Herz zu den Lungen fortsetzt, und umgekehrt der Körperkreislauf in den Lungen beginnt und sich ebenso durch das Herz in ununterbrochener Richtung zu den Körperarterien fortsetzt. Es ist keine Unterbrechung der Bewegung im Herzen, die zu einer solchen Trennung des venösen und des arteriellen Systems Veranlassung geben könnte, und umgekehrt keine unmittelbare Verbindung zwischen Lungenarterien und Lungenvenen, so wie andererseits zwischen Körper-Arterien und Venen, die zu einer Vereinigung zweier Hälften jedes Systems zu einem großen und kleinen Kreislauf berechtigt. Harvey sucht also gerade da, wo die Bewegung ununterbrochen fortgeht, im Herzen nämlich, eine Trennung, und umgekehrt da, wo eine natürliche Gränze zwischen Arterien- und Venensystem ist, in der Peripherie der Lungen und des Körpers, einen ununterbrochenen Zusammenhang. Durch alles dieses ist also die Harvey'sche Lehre allerdings von der der Alten verschieden, und die so oft besprochene Frage nach der Entdeckung des Kreislaufs ist daher nur mit Rücksicht auf diese verschiedene Theorie des Kreislaufs zu beantworten. Die Harvey'sche Theorie ist die mehr ent-

wickelte Cäsalpinische, wogegen Columbus und Servetus mehr bei der Galenischen Theorie blieben, und wenn gleich Harvey nach Haller (Bibl. Anat. 1, 204) und Douglas (Bibliog. anat. spec. Lond. 1715, p. 137) die beiden letzten Autoren benutzt haben kann, was freilich viel leichter an der Quelle war, woraus alle schöpften (Galen), so darf man doch die Harvey'sche Theorie nicht mit der der Alten indentificiren. Allerdings aber ist Harvey's Theorie dem Wesen nach in der Galenischen enthalten, nur die empirische Durchführung ist mehr entwickelt, und man muß sagen, daß in Harvey's Theorie der lebendige Zweck des Circulationssystems, welcher in der Theorie der Alten erstrebt wurde, fehlt, und offenbar deßhalb darein übergegangen ist, weil er einmal auf rein empirischem Wege schwerer zu ergreifen war, und dann auch im offenbaren Widerspruch mit jener Theorie des ununterbrochenen Uebergangs zwischen Arterien- und Venensystem stand.

3. Theorie des Bichat.

§. 130.

Diesen Widerspruch haben auch die Gegner von Harvey immer aufgeführt, freilich ohne ihn zu lösen. Bichat hat zuerst diese Lösung versucht (allgem. Anat. a. d. Franz. v. Pfaff, Leipz. 1803, 1. Th. 2. Abth.). Er hat die Eintheilung des ganzen Blutsystems zunächst wieder auf den ganz natürlichen Galenischen Unterschied zurückgeführt, und unterscheidet das Ganze 1) in das System des rothen Bluts (Arterien Galens), und 2) in das des schwarzen Bluts (Venen Galens). Jedes hängt in sich ununterbrochen zusammen, und beide sind an ihren Extremen nur mittelbar durch ein zwischentretendes System, Capillargefäßsystem, verbunden.

Das System des rothen Bluts führt das Blut der Lungen nach allen Theilen. Es hat seinen Ursprung in den Lungen, wo das Blut durch die Stoffe, welche es aus der Luft schöpft, den Charakter annimmt, wodurch es sich von dem Venenblut unterscheidet. Von hier aus geht es durch die Lungenvenenstämme vereint in das linke Herz, und wird von diesem unmittelbar durch die Arterien des Körpers in alle Theile getrieben; so daß also das rothe Blut der Lungen direct in die Peripherie des Körpers gebracht wird. Die Höhlen, welche das Blut enthalten, sind sämmtlich mit einer ununterbrochen zusammenhängenden Membran ausgekleidet, die in

den Lungenvenen, dem Herzen und den Arterien nur durch Hinzutreten fibröser und musculöser Schichten verstärkt ist.

Das System des schwarzen Bluts hat einen entgegengesetzten Verlauf. Es entspringt aus dem Haargefäßsystem des Körpers, worin das Blut durch Entziehung der in den Lungen erhaltenen Qualitäten den Charakter des Venenbluts annimmt, sammelt sich in den Venenstämmen, die in das rechte Herz treten, zu einem einfachen Stamm im Herzen, und geht durch die Lungenarterie in das Haargefäßsystem der Lunge über, worin es sich endet. In diesem Gefäßsysteme setzt sich ebenfalls die innere Membran von einem zum andern Extrem ununterbrochen fort. Jedes dieser Systeme ist für sich vollkommen unabhängig, und nur äußerlich durch die Vereinigung des rechten und linken Herzens verbunden, die eigentlich als zwei Herzen anzusehen sind. Jedes dieser Systeme kann man sich als einen Baum vorstellen, dessen Stamm in der einen Herzhälfte ist, und dessen Wurzeln bei dem Systeme des schwarzen Bluts in dem peripherischen Systeme des Körpers sind, während sich die Zweige in die Lunge verbreiten, wogegen die Wurzeln des rothen Systems in den Lungen, die Zweige desselben im Körper sind. In der That finden sich die baumförmigen Gefäßstämme ohne Herz in der Pfortader, im Arteriensysteme der Fische, in den herzlosen Mißgeburten u. s. w.

§. 131.

Die Bichat'sche Theorie unterscheidet sich also, ungeachtet der Aehnlichkeit, die sie in ihren Principien mit der Galenischen hat, dadurch, daß er, entsprechend der nähern Kenntniß, die man zu seiner Zeit von den feinsten Gefäßen hatte, ein wirkliches Mittelglied zwischen dem Arterien- und Venensystem an beiden Extremen feststellt, was Galen doch nur ahnen konnte, obgleich er es richtig voraussetzte. Indessen sind, wie wir bereits oben näher gezeigt haben, die Vorstellungen Bichats von seinem Capillargefäßsystem noch sehr ungenügend, und die Annahme von exhalirenden und secernirenden Gefäßen, die davon ausgehen sollten, nicht in der Natur vorhanden. Nichtsdestoweniger aber nähert sich die Bichat'sche Theorie offenbar der Natur und der Wahrheit mehr, als die Harvey'sche, und sie erfüllt eine wesentliche Lücke, die man in der Harvey'schen Theorie vermißt.

Obgleich aber die Erkenntniß des Bildungsprocesses des Bluts durch diese Theorie merklich näher gerückt wurde, so ist andererseits der Zusammenhang des Blutsystems zu einem organischen Ganzen, und die Einheit des Begriffs der Blutbewegung, die in der Harvey'schen Theorie war, ganz verloren gegangen. Harvey ging bei seiner Theorie durchaus von dem Princip aus, daß das Herz der gemeinschaftliche Mittelpunkt, das Centrum, des ganzen Systems sey, obgleich freilich nicht einzusehen ist, wie das Herz als Mittelpunkt seiner beiden Kreisläufe zu fassen ist. Bichat hat den centralen Zusammenhang seiner verschiedenen Gefäßsysteme aber ganz und gar nicht angedeutet, und insofern das rothe und schwarze Blutsystem nur einen mittelbaren Zusammenhang in der Peripherie haben, ihre Stämme aber ganz getrennt von einander verlaufen, kann auf diese Weise der Einheitspunkt des Ganzen nicht aufgefaßt werden, da der Kreis, zu dem die beiden Systeme zusammenhängen, an den Enden unterbrochen ist.

4. Begriff der Centralität des Blutsystems.

§. 132.

Wir haben das Bild einer rein peripherischen, mathematisch einfachen Circulation an der Rotation des Saftes in den Schläuchen der homorganischen Pflanzen, welche ich in ihrer Entwicklung anderswo beschrieben habe (Natur der lebend. Pflanze II, Taf. 3, Fig. 1 — 12). In den heterorganischen Pflanzen bildet die Cyclose des Lebenssaftes schon eine zusammengesetzte peripherische Bewegung, indem die kreisenden Ströme nicht in sich abgeschlossen sind, sondern netzförmig untereinander zusammenmünden. Mit dieser Art der Bewegung beginnt auch die Blutcirculation in den Embryonen und den niedern Thieren. Sobald sich ein Centralorgan in dieser peripherischen Bewegung bildet, tritt dieses aus dem Zusammenhange der netzförmigen Kreise heraus, und bildet nie einen Punkt in der Peripherie eines Kreises, sondern tritt vielmehr in einen Gegensatz mit dieser, mit welchem die einfache Circulation aufhört und sich zu einem zusammengesetzten System organisirt. Dieß ist auch dem Begriffe von Centrum und Peripherie gemäß. Der Kreis ist eine in sich zurückkehrende Bahn, dessen Centrum außer der Bahn selbst in der Mitte des Umfan-

ges, nicht aber in der Bahn liegen muß. Diesem nach ist aber in der That das Herz weder in der Harvey'schen noch in der Bichat'schen Circulationstheorie als Centrum dargestellt. Nach Harvey ist der Kreislauf ein mathematisch einfacher; die Arterien und ihre Verästelungen bilden die Bahn des Kreises, die durch die letzten Verzweigungen unmittelbar in die Venen und diese wieder in die Arterien übergehen sollen. Hier ist also das Herz ein Punkt auf der Peripherie dieser Bahn. Das Blut läuft nicht um das Herz, als um sein Centrum, sondern es läuft durch das Herz, wie durch jeden andern Punkt dieser Peripherie, und das Herz ist nicht der Einheitspunkt dieses Ganzen. Nun ist aber in der That die Blutbewegung durch die großen Gefäße kein so einfacher mathematischer Kreis, wie Harvey wollte, sondern durch das peripherische Gefäßsystem unterbrochen, und vielmehr dadurch zusammengesetzt, daß das Herz als Mittelpunkt aus dieser Peripherie und im Gegensatze gegen dieselbe heraustritt. Die Harvey'sche Theorie ist rein iatromathematisch, eine theoretische Uebertragung einer mathematischen Form auf den Organismus, die ihm ganz und gar nicht entspricht. Soll also das ganze zusammengesetzte System der Circulation als ein centrales, der Centralität der thierischen Organisation überhaupt gemäß, erkannt werden, so kann dieß nur durch die Entwicklungsgesetze geschehen, indem man die Art verfolgt, wie das Herz aus der ursprünglichen rein peripherischen Circulation heraustritt, und wieder mit dieser sich in Verbindung erhält. Das peripherische System bleibt dem Herzen gegenüber immer relativ selbstständig, und in allen Organen des Körpers, wenn gleich in verschiedenen Graden, unter sich zusammenhängend. Zwischen denselben und dem Herzen bilden sich dann Verbindungsgefäße, welche das Herz mit dieser Peripherie, wie die Radien eines Kreises, den Umfang mit dem Mittelpunkte verbinden; dieß sind die vom Herzen ausgehenden Gefäßstämme, welche sich in die Peripherie verzweigen. Sie verbinden sich nothwendig gegen das Centrum hin zu Stämmen, weil alle Gefäßstrahlen sich in dem Mittelpunkt am Ende vereinigen müssen. Aus dem Grunde gehören auch alle baumförmig verzweigten Gefäße bis zu dem Punkt, wo ihre Verzweigung aufhört und in die netzförmigen Anastomosen übergeht, zum centralen System, und in allen, auch den entferntesten Punkten

vom Herzen ist Blut derselben Qualität enthalten, das in der Peripherie sich erst umändert. Die Gefäßstrahlen unterscheiden sich in einen centripetalen und in einen centrifugalen Theil. Ersterer sind die Venen, letzterer die Arterien, deren Differenz durch den peripherischen Gegensatz in den Lungen und im Körper gegeben ist.

§. 133.

Ein einfacher Kreislauf in Harvey's Sinn existirt also nicht, vielmehr bildet der Kreislauf ein zusammengesetztes System, in welchem man einen Gegensatz von Peripherie und Centrum findet, welches sich durch Gefäßstrahlen (baumförmig verzweigte Gefäße), mit dem peripherischen Theile verbindet. In den Organen des vegetativen Lebens der Wirbelthiere wiederholt sich sogar der ganze Gegensatz zum zweiten Mal in der Pfortader, so daß der unmittelbare Zusammenhang zu einem einfachen Kreislauf im Sinne Harvey's vielmehr doppelt unterbrochen erscheint. Es wird sich später ergeben, daß wir ungeachtet der relativen Selbstständigkeit des centralen und peripherischen Theils den mittelbaren Zusammenhang zwischen Arterien und Venen sehr wohl anerkennen, aber die aus diesem hervorgehenden Phänomene nicht für Beweise eines unmittelbaren Uebergangs ansehen können. Die peripherische und die centrale Circulation haben ein verschiedenes gegenseitiges Verhältniß in den Entwicklungsperioden und in der Thierreihe, indem von der rein peripherischen einfachen Circulation der Pflanzen und der herzlosen Thiere aus das Herz in verschiedenen Graden sich erst stufenweise ausbildet. Auf der niedrigsten Stufe hat das peripherische System noch das vollkommene Uebergewicht über das centrale, so daß die Herzbildung wenig hervortritt. Die Medusen geben fast ein mathematisches Bild dieser niedrigsten Form, indem von einem einfachen peripherischen Gefäß im Umfange des Thiers sich die Radien gegen den Mittelpunkt in gleichförmiger Stärke erstrecken und in die einfache Centralhöhle enden, welche hier noch Magen und Herz zugleich zu vertreten scheint. Ein Analogon dieser Bildung bietet die Bildung der Kranzader (sinus terminalis) im bebrüteten Hühnchen dar. Bei den Mollusken und Gliederthieren erscheint das peripherische System immer noch im Uebergewichte gegen die

Herzbildung, und erst durch die Stufe der Fische und Amphibien tritt ein Gleichgewicht beider ein, das bei den Säugethieren und Vögeln erst in ein entschiedenes Uebergewicht des centralen ausschlägt.

§. 134.

Dieses verschiedene Verhältniß in dem Gegensatze zwischen peripherischem und centralem Circulationssystem erklärt zugleich die verschiedenen Bildungsgesetze bei der Reproduction der verschiedenen Thierclassen. Mit dem gänzlichen Mangel eines Centralorgans bei den Pflanzen und einigen Würmern ist die Säftebewegung in jedem peripherischen Kreise mehr oder weniger selbstständig und abgeschlossen, wodurch eine vollkommene Unabhängigkeit der Bildung in jedem einzelnen Glied entsteht, so daß unter günstigen Umständen jedes Blatt, jedes Stengelglied für sich leben kann. Die große Lebenszähigkeit abgetrennter Glieder bei Spinnen und Insecten hat einen ganz ähnlichen Grund. Selbst bei den Amphibien, wo die Herzentwicklung kaum bis zum Gleichgewichte mit dem peripherischen System entwickelt zu seyn scheint, ist die große Lebenstenacität der einzelnen Theile und ihre große Unabhängigkeit vom Herzen nur aus der Selbstständigkeit der peripherischen Thätigkeit zu erklären. Bei den Vögeln und Säugethieren ist dagegen mit dem Uebergewichte der Herzentwicklung gegen die Peripherie eine völlige Unterordnung des ganzen Bildungsprocesses unter das Herz, und somit eine hohe Abhängigkeit aller Theile vom Ganzen.

Wir werden nun zunächst die beiden Gegensätze des peripherischen und centralen Circulationssystems jeden für sich betrachten.

I. Die peripherische Circulation.

a. Vor der Herzbildung.

§. 135.

Die Blutbewegung fängt im Embryo und auf den niedrigsten Thierstufen mit der rein peripherischen Circulation an. Eine völlig pflanzenähnliche peripherische Circulation sieht man bei den Strahlenthieren und Ringelwürmern, bei denen noch keine Respirationsorgane deutlich entwickelt sind. Sehr deutlich sieht man an den hintern (jüngern) Körpergliedern bei Nais proboscidea

eine Circulation in netzförmig anastomosirenden Kreisen, wo die entgegengesetzten Ströme zweier Seiten eines Kreises immer durch die seitlichen Anastomosen wieder in sich zurückkehren. Mitten durch diese Anastomosen zieht sich ein etwas stärkerer Längsstrom auf jeder Seite. O. F. Müller (von Würmern des süßen Wassers, S. 14—73, Th. 1), der dieß zuerst beobachtete, glaubte, daß nur am Schwanze dieses Thiers der Sitz des Circulationsorgans sey, indessen habe ich mich überzeugt, daß hier die Bewegung nur lebhafter und in zahlreichern Anastomosen stattfindet, und daß auch an den Seiten der ältern Glieder nicht selten Strömungen in entgegengesetzter Richtung sichtbar sind. Doch hat die Beobachtung ihre Schwierigkeit, und erfordert eine genau passende Beleuchtung, da das Blut noch aus bloßem farblosem Plasma besteht. Aehnliches beobachtete O. F. Müller auch an Nais littoralis (Zool. danica, Vol. II, p. 121). Duges hat eine ähnliche Bewegung bei den Planarien (Annal. des scienc. nat. XV, 139, Tab. 4, 5. Isis 1830, S. 109) und Ehrenberg bei Distomum militare beobachtet. Man sieht nach Ehrenberg keine Gefäßstämme, wie Duges bei Planarien behauptet hatte. Auch bei den Naiden ist es vollkommen pflanzenähnlich. Die Bewegung scheint in den einzelnen Gliedern der Naiden selbstständig, und dauert auch nach der Trennung derselben wie bei den Pflanzen fort. Höchst merkwürdig ist die von Al. v. Nordmann entdeckte Bewegung ähnlicher Art bei Diplozoon paradoxum, einem in den Kiemen des Bleyes (Cyprinus brama) lebenden Eingeweidewurme. Man sieht hier in der ganzen Länge des Körpers, aber doch wie bei den Naiden auch deutlicher am Schwanzende, zu beiden Seiten zwei in entgegengesetzter Richtung sich bewegende, geschlängelte Ströme, die mit einem feinern Gefäßnetz zusammenhängen. Der äußere Strom steigt auf, der innere steigt ab, und an den Enden beginnt der eine, wo der andere aufhört; doch hat Nordmann nur beobachtet, daß sie sich an den beiden Enden in der Tiefe verlieren, und nur durch feinere Anastomosen, nicht durch unmittelbaren Uebergang des einen in den andern, zusammenhängen. Auch hier dauert die Bewegung in den abgeschnittenen Körperenden 3 — 4 Stunden lang fort. Das Blut ist ebenfalls noch ohne Bläschen. Hier ist also weder von einer Differenz von Arterien und Venen, noch von dem Unterschiede

zwischen Arterien- und Venenblut die Rede. Das Blut wird ein für allemal in die Körpertheile, wie bei den Pflanzen, verbreitet und ganz zu den Bildungen verbraucht, ohne in ein Athemorgan zurückzufließen.

§. 136.

Die höchste Entwicklung erhält die Stufe des peripherischen Circulationssystems bei den Ringelwürmern, bei denen die feinen Stromnetze sämmtlich durch größere auf zwei Seiten der Länge nach verlaufende und an den Enden zusammenhängende Gefäße kreisförmig eingeschlossen und zu einem Ganzen vereinigt werden, ähnlich wie das Gefäßnetz im bebrüteten Hühnchen und den Embryonen der Hunde durch den sinus terminalis. Beim Regenwurme verläuft dieser Stamm auf der Rückenseite und auf der Bauchseite des Darmcanals, und beide Seiten communiciren, besonders am Kopfende, durch starke Schlingen. An jedem Körperringe verlaufen Zwischengefäße zu den Athemblasen nach Leo. Der Rückenstamm zeigt eine von hinten nach vorn verlaufende wellenförmige Pulsation (Leo, de structura lumbrici terrestris, Regiom. 1820. Morren, de lumbrici terrestris hist. nat. et anatom. Brux. 1829). Bei den Blutigeln, deren Gefäßsystem neuerlich von Brandt sehr genau und schön dargestellt ist (med. Zoologie von Brandt und Ratzeburg, Berlin 1833, 2. Bd. S. 248, Tab. XXIX, B), verlaufen zunächst die von Cuvier zuerst erkannten Seitengefäße auf beiden Seiten längs der Bauchränder, und gehen am Kopf- und Schwanzende in einander über, so daß sie einen geschlossenen Kreis um den ganzen Körper bilden. Entsprechend den Nervenknoten und Körperringen gehen nach oben und unten der Länge nach Aeste ab, die durch obere und untere Quer-Communicationsäste in das feinere Gefäßnetz übergehen, und am hintern Ende noch eine in der Mitte durch einen Längsstamm vereinigte stärkere Querverbindung bilden, die mir mit den Einbiegungen des sinus terminalis bei der Herzbildung Aehnlichkeit zu haben scheint. Außerdem verläuft ein Längsgefäß auf der Bauchseite mit dem Ganglienstrang, und ein Rückengefäß dicht auf dem Darmcanal in der Lebermasse verhüllt, die nach Brandt mit dem kreisförmigen Seitengefäßsysteme nicht zusammenhängen, was jedoch nach Duges der Fall ist. Die

Seitengefäße zeigen von hinten nach vorn, und alternirend von vorn nach hinten laufende wellenförmige Pulsationen, die von Weber an Embryonen von H. medicinalis genau beschrieben sind (Meckels Archiv 1828, Heft 4.). Sehr deutlich sieht man die wellenförmigen Pulsationen in dem durchsichtigen Nephelis vulgaris, wo sie von J. Müller genau beschrieben sind (Meckels Archiv 1828, 1. Heft). Die Pulsationen der beiden Seitengefäße alterniren unter sich, und mit dem mittleren Rückengefäße so, daß in einer Periode das rechte Seitengefäß und das Rückengefäß zugleich gefüllt sind, während das linke Seitengefäß leer ist, und umgekehrt in der andern Periode das linke Seitengefäß sich mit dem Rückengefäße zugleich leert und füllt. Im Ganzen genommen zeigt sich hier, wie in der area vasculosa des bebrüteten Hühnchens, überall ein Gegensatz zwischen den Kreisgefäßen und den von ihnen eingeschlossenen Stromnetzen. Das Blut fließt alternirend dem Kreisgefäße zu und entleert sich wieder in die Netze. Indeß scheint dieß mehr eine fortlaufende Succession, als eine kreisförmige Rückkehr zu seyn, so daß nämlich von den Lungen und dem Darmcanal aus das Blut continuirlich in die Seitenstämme strömt, und immerfort von hier während des alternirenden Herüber- und Hinübertreibens von einer Seite zur andern allmählich in das peripherische Zwischennetz zur Ernährung weiter verbreitet wird, ohne wieder in die Seitengefäße zurückzukehren. Die Kreisgefäße sind daher bei dem Mangel des Gegensatzes von Arterien- und Venenblut weder für Arterien oder Venen, noch für eine, den höhern Thieren vergleichbare Herzbildung zu halten, die als Centralpunkt des Ganzen zu betrachten wäre, sondern vielmehr als eine der äußern Gliederung des Thiers entsprechende innere Gliederung des Gefäßsystems, das dadurch in den Körperringen entsprechende Glieder abgetheilt wird, deren jedes dem andern vollkommen gleich ist, wie die Rotation in den verschiedenen Schlauchgliedern der homorganischen Pflanzen. Daher dauert auch, wie Spallanzani (Reproduzioni animali, p. 19, 20) beobachtete, in den abgeschnittenen Schwänzen und Köpfen die Pulsation fort, eben weil sie kein zusammenhängendes Ganze bilden, sondern in jedem Glied abgeschlossen sind. Vielleicht steht die Circulation der Insecten ganz auf derselben Stufe der Entwicklung. Das Rückengefäß ist in eine Reihe von Gliedern abgetheilt, die schon Mal-

pighi als eine Reihe von Herzen beschrieb, in deren jedes, den Körperringen ziemlich entsprechend, nach des berühmten Entdeckers der Circulation bei den Insectenlarven (Carus Zootomie, 2. Ausg. 688) und nach R. Wagners Beobachtungen, durch Seitenöffnungen Blutströme einfließen. Carus hat dem entsprechend zwar noch keine ausfließenden Ströme bemerkt, sondern nur ein Fortströmen durch die von hinten nach vorn gehenden wellenförmigen Pulsationen, welche am Kopfende des Rückengefäßes das Blut austreiben, welches dann an den Seiten wieder zurückströmt, allein auch schon das Einströmen in alle Glieder der Herzreihe zeigt eine Analogie mit den Ringelwürmern.

§. 137.

In den Embryonen der Fische und Vögel zeigt sich nun ursprünglich ebenso eine bloß peripherische Strömung des noch aus reinem Plasma bestehenden Bluts. Sie scheint beim bebrüteten Hühnchen von Anfang an sich nicht bloß auf die area vasculosa, sondern über die ganze Ausdehnung der Keimhaut zu erstrecken, wenigstens habe ich späterhin das Gefäßnetz über beide Höfe gleichförmig ausgebreitet gefunden. Die Strömung richtet sich zuerst excentrisch nach beiden Seiten gegen den sinus terminalis, und in dem Maße, als dieser von oben durch den Centraltheil des Nervensystems in der area pellucida angezogen wird, geht die Strömung dieser Richtung nach, und erst durch den Andrang des Plasma gegen diesen Theil des Sinus beginnen später seine Pulsationen, wie in dem Gefäßkreise der Ringelwürmer, um das angesammelte Blut weiter zu treiben. Da auch dieser zum Herzen sich umbildende Theil des Sinus zuerst von farblosem Plasma durchströmt wird, so haben die Beobachtungen große Schwierigkeit, und ausgezeichnete Forscher, wie v. Baer, sind zweifelhaft geblieben, ob sich das Herz nicht vor dem Einströmen des Bluts bewege; aber die vergleichende Beobachtung setzte es außer Zweifel, daß eben durch dieses vor der Herzbildung sich zeigende Strömen der genannte Theil des Sinus seine Pulsationen beginnt, und sich dadurch zum Herzen umbildet. Auch könnte ein leer pulsirendes vom Gefäßsystem unabhängig sich bildendes Herz schwerlich durch seine Contractionen Blut einsaugen. Im Allgemeinen hat die erste Stufe der beginnenden Herzbildung aus dem Sinus große Aehnlichkeit mit der Circulation

der Anneliden und Insecten. Die Strömung geht im sinus terminalis auch von hinten nach vorn, wie in dem Kreisgefäße der Anneliden und im Rückengefäße der Insecten, und nun treibt das Herz nach rückwärts zuerst das Blut wieder aus. Auch in den Fisch-Embryonen entwickelt sich die Circulation ähnlich. v. Baer in seiner neuern trefflichen Schrift (Entwicklungsgeschichte der Fische, S. 21, 30) konnte zwar, wie Döllinger, keine Gefäße vor der Herzbildung entdecken; allein er selbst läugnet ihr Daseyn nicht, und sagt nur, daß wenigstens kein vollkommenes Blut mit Blutkörnern sich darin bewege. Dem kann ich nur beistimmen. Es ist reines Plasma, was sich zuerst bewegt, aber man erkennt seine Strömung an dem seitlichen Losreißen der Dotterkügelchen durch den Strom ganz bestimmt, und wenn man die Schwanzspitze zu dieser Zeit abschneidet, auch an dem Gerinnen des ausfließenden Plasma. Aber es sind starke Vergrößerungen nöthig, wegen der Feinheit der Gefäße. Die Richtung der ersten peripherischen Bewegung ist ebenfalls nach vorn von beiden Seiten des Bauchs bogenförmig gegen die Lebergegend und später gegen die vordere Seite des verlängerten Marks gerichtet, wo sich das Herz auf die angegebene Weise bildet. Man unterscheidet aber keinen sinus terminalis, sondern es bildet sich gleich in der vordern Mitte des Bauchs ein erweiterter Längsschlauch, ähnlich dem Rückengefäße der Insecten (Tab. III, Fig. 2, d), welcher sich zum Herzen entwickelt, nachdem sich das Plasma darin angesammelt hat.

b. Die peripherische Circulation nach der Herzbildung.

§. 138.

Seit Entdeckung des Mikroskops ist die Circulation in dem feinen Gefäßnetze, welches in der Peripherie die Arterien mit den Venen verbindet, an durchsichtigen thierischen Theilen beobachtet worden, aber über ihre Bedeutung ist man nicht einerlei Ansicht gewesen. Diese Stromnetze hat Malpighi (Op. omn. p. 144, c, Tab.) und Cowper (Phil. Transact. Nr. 285. c. t.) aus der Froschlunge, Leuwenhoeck (Continuat. arcanor. nat. p. 52, c. Fig.) in Fisch-Embryonen, Reichel (de sanguine ejusque motu, p. 14, 15, c. Tab.) aus den Lungen und dem Gekröse der Frösche, Rusconi (Amours des Salamandres, Milan 1821, c. Tab. und del Proteo anguineo) aus den Kiemen der Salamanderlarven und des

Proteus, Döllinger von jungen Fischen (Denkschrift. d. Akad. zu München VII), Gruithuisen aus der Leber des Frosches (Physiognosie und Eautognosie c. Tab.), J. Müller aus der Leber der Tritonlarven (de glandul. struct. penit. Tab. X, Fig. 10), M. Hall aus der Froschlunge (on the circulation of the blood, Tab. VIII) beschrieben und abgebildet. Malpighi hatte ursprünglich die richtige Ansicht dieser Stromnetze ausgesprochen, daß sich die Arterien darein ergießen und die Venen ihr Blut wieder daraus resorbiren: sanguis per arterias in quascunque cellulas uno vel altero ramo conspicuo pertranseunte, seu ibi desinente, *per modum affluvii in minima depluit* et ita multipliciter divisus rubrum colorem exuit et sinuose circumductus undique spargitur, donec ad *venarum ramos* resorbentes appellat (l. c. p. 141). Dagegen haben Leuwenhoeck (Exp. et contempl. p. 143, Fig. 14—17, p. 205), Haller (op. min. I, 176. Elem. physiol. I, 44. 240), Döllinger (l. c. I, 203) an den Schwänzen von Fisch-Embryonen, Reichel (l. c. p. 116) am Gekröse der Frösche, Forchhammer an den Embryonen des Blennius viviparus (de Blennii vivipari evolut. Kiel 1819, p. 12), und vorzüglich Spallanzani beim bebrüteten Hühnchen (l. c. Exp. 116, 121, 135, 136) einen unmittelbaren Uebergang der Arterien in die Venen beschrieben, und obgleich Spallanzani selbst in andern Fällen in der Haut und am Magen des Salamanders (Exp. 51, 63) keinen unmittelbaren Uebergang, sondern ein besonderes Zwischennetz zwischen Arterien und Venen sah, so nahm er im Allgemeinen doch einen unmittelbaren Uebergang an, und hielt die Bewegung in dem peripherischen Netze für absolut abhängig von der Blutbewegung in den Arterien, weßhalb er auch den Unterschied von Arterien- und Venenblut läuguete. Auch Döllinger betrachtet die angeführten Erscheinungen vom unmittelbaren Uebergange des Arterienbluts in die Venen als Beweis, daß überall ein solcher anzunehmen sey, und daß die Harvey'sche Theorie der Circulation dadurch bewiesen werde. Es frägt sich also, wie jene Erscheinungen zu deuten sind? Vergleicht man sie näher, so findet sich, daß die meisten unmittelbaren Uebergänge nur an Embryonen gefunden sind, in einer Entwicklungsperiode, wo der Gegensatz von Arterien- und Venenblut noch gar nicht vorhanden ist. Man wird sich aus unsern Abbildungen des Embryo der Plötze in diesen Entwicklungsstufen (Taf. III,

Fig. 2, Taf. IV, Fig. 1, f, g) und des Embryo des Barsches (Taf. III, Fig. 3, f, g) ein Bild von dem Zusammenhange dieser Erscheinung entwerfen. Der Herzschlauch (d), wie er so eben gebildet ist, schickt an seinem vordern Ende einen einfachen Blutstrom aus, welcher (e, f) unmittelbar nach hinten umkehrt, und in das peripherische Netz des Schwanzes umbiegt (g), welches anfangs sich noch um Substanzinseln bewegt (Taf. 3, Fig. 2), dann aber nach dem Schwinden dieser und einer Verengerung des Gefäßes zur einfachen Vene wird (Taf. IV, Fig. 1, g), die direct und unmittelbar zum Herzen zurückkehrt. Dieser Zustand gibt allerdings ein fast mathematisches Schema der Harvey'schen Theorie vom Kreislaufe. Betrachtet man ihn aber näher, so ist hier in der That noch gar kein Uebergang von Arterienblut in Venenblut, sondern ein einfacher rein peripherischer Kreislauf eines völlig identischen Bluts, wie bei der Cyclose der Pflanzen. Denn so lange der unmittelbare Uebergang der Arterie in die Vene an der Schwanzspitze des Fisch-Embryo's stattfindet, ist noch gar keine Kiemenbildung, und mithin auch kein Arterien- und Venenblut vorhanden, und das Blut geht unverändert, wie es aus der Gefäßhaut des Dotters zum Herzen gelangt, auch durch dieses wieder in die Schwanzvene über, und dieser Zustand ist also gar nicht mit dem Zustande nach der Ausbildung der Athemwerkzeuge zu vergleichen. Sobald nun aber die Kiemen sich ausbilden und wirklich der Unterschied von Arterien- und Venenblut hervortritt, so ändert sich die ganze Erscheinung; der unmittelbare Uebergang hört auf, und zwischen Arterien und Venen bildet sich das peripherische Stromnetz (Taf. IV, Fig. 2, 3, f, g) in geradem Verhältnisse mit der Entwicklung der Kiemen (e) aus. Dieß haben die frühern Beobachter gar nicht beachtet, und obgleich Döllinger, wie Leuwenhoeck und Haller, sehr gut wußten, daß sich die arteriellen Ströme um so mehr zertheilen, ehe sie in Venen übergehen, als die jungen Fische und Frösche älter werden, so hat doch niemand auf den Zusammenhang dieser Zertheilung mit der Ausbildung der Kiemen und des Unterschiedes von Arterien- und Venenblut geachtet, auf welche hierbei allein alles ankommt.

§. 139.

Der Zustand, in welchem Reichel und Spallanzani im

Gekröse älterer Frösche einen unmittelbaren Uebergang von Arterien in Venen beobachteten, ist ebenfalls kein bleibender und normaler, sondern gleichsam ein Zurücksinken der Blutwegung auf den Embryonenzustand bei der Ermattung, besonders bei unterdrückter Respiration, wobei das ganze Blut venös wird. Hier sieht man nämlich allmählich die meisten Ströme in dem peripherischen Netze still stehen, und nur einen oder wenige übrig bleiben, die sich oft sogar erweitern und dann einen unmittelbaren Uebergang von der Arterie in die Vene bilden; dieses Phänomen hört aber augenblicklich mit der Erholung des Thiers und Wiederherstellung der Respiration auf, und sogleich stellt sich dann das ursprüngliche Verhältniß wieder her.

Im ausgebildeten Thier und im gesunden Verlaufe seiner Verrichtungen sieht man nie einen unmittelbaren Uebergang von Arterien in die Venen, sondern überall tritt zwischen beide das peripherische Gefäß- und Stromnetz ein, in welchem die Richtung der Bewegung eine ganz andere als in den Arterien und Venen ist. Dieses peripherische System ist zunächst dadurch ausgezeichnet, daß es nicht nur eine bestimmte Arterie mit einer entsprechenden Vene in Verbindung setzt, sondern daß es ein in sich durch den ganzen Körper zusammenhängendes Ganze ausmacht, was alle Arterien und alle Venen untereinander verbindet, oder vielmehr, worein sich alle Arterien ergießen, und woraus alle Venen wieder entspringen. Man sieht durch Vergrößerung beim ersten Blick auf das peripherische Gefäßnetz eines durchsichtigen Theils, z. B. der Schwimmhaut eines Frosches (Tab. VII), daß keineswegs die Strömung in der Peripherie nur zwischen einer Arterie und einer Vene sich abschließt, sondern daß das Stromnetz sich in alle Richtungen ausbreitet, und daß die Vene von den verschiedensten Seiten her Blut aufnimmt und die Arterie es in alle Richtungen ergießt. Am deutlichsten wird die ganz unabhängige Bewegung im peripherischen Systeme, wenn man die Richtung der Bewegung in den einzelnen Stromnetzen betrachtet. Sie läuft nämlich nicht gerade von den Arterien den Venen zu, sondern bildet in sich wieder kleine Kreise in den Maschen des Stromnetzes, worin die Bewegung auf beiden Seiten gewöhnlich in entgegengesetzter Richtung geht. Beobachtet man z. B. die ganze Masche b, c des Stromnetzes, so sieht man in ihren gegenüber liegenden Seiten das Blut nicht in derselben, son-

dern gewöhnlich in entgegengesetzter Richtung fließen, so daß auf der einen Seite b der Strom vorwärts, auf der Seite c rückwärts geht, so daß beide an den Enden wieder in einander übergehen. Das Blut, was von Seiten-Anastomosen in diese Masche einströmt, folgt dieser einen Richtung, und ebenso strömt es in dieser Richtung auch auf der andern Seite wieder aus, so daß nur durch Entleerung der zusammenhängenden Netze in einander die Blutmasse am Ende die Richtung gegen die Vene nimmt. Die Richtung dieser kreisförmigen Drehung in den Maschen ist jedoch nicht ein für allemal bestimmt, sondern kehrt sich nicht selten um, wie sich dieß auch bei der Cyclose in den Pflanzen findet, was von der stärkern Entleerung und Anfüllung der Masche von verschiedenen Seiten herzurühren scheint. So hängt nun diese kreisende Richtung in den neben einander liegenden Maschen zusammen, ist aber von der Richtung der Bewegung in den Arterien und Venen direct gar nicht abhängig. Allerdings aber kann in den Fällen von aufgehobenem Gleichgewichte zwischen dem Zufluß und Abfluß des Bluts durch die Arterien und Venen, und besonders beim Aufhören der Strömung in der größten Zahl der Strommetze bei Ermattung die Richtung in den übrig bleibenden Anastomosen direct von den Arterien durch die Windungen einzelner Maschen gehen, allein dieses ist die Regel. Auch ist die Geschwindigkeit der Bewegung in dem peripherischen Netze verschieden von der in den Arterien und Venen. Die Schnelligkeit des Arterienstroms ist nach seiner Auflösung in dem peripherischen Netze wie gebrochen, und das Blut strömt weit langsamer und vollkommen gleichförmig durch die Netze.

§. 140.

Haller (Op. min. I, 193) und Spallanzani (l. c. Exp. 99, 100, 101, 134, XX. result.) glaubten, das Blut ströme in der Mitte des Gefäßes schneller und an den Seitenwandungen langsamer. Diese Vorstellung beruht aber bloß auf einer unrichtigen Deutung der Bewegung der im Blutplasma enthaltenen Lymphkügelchen. Wir haben schon erwähnt, daß die Lymphkügelchen kugelrund sind, und sich immer an den Seiten des Stroms bewegen (Tab. VII, d, d). Sie berühren unmittelbar die Gefäßwand, was mit den ausgebildeten Blutbläschen nicht der Fall ist, die immer frei im Plasma, von diesem auf allen Seiten umgeben, schwimmen.

Daher kommt es, daß, weil sie mit einem Punkt an die Gefäßwand stoßen, sie dadurch aufgehalten, an der andern Seite aber von dem Strome des Plasma mit fortgestoßen werden, so daß sie dadurch in eine an der Gefäßwand entlang gehende rollende Bewegung versetzt werden. Die ausgebildeten Blutbläschen können wegen ihrer elliptischen Form nicht in solche drehende Bewegung versetzt werden, sondern schwimmen gleichmäßig mit dem Plasma fort, und zeigen nur die ihnen durch ihre Berührung unter einander und durch die Bewegung des Plasma mitgetheilten Bewegungen. Durch die rollende Bewegung an den Seitenwänden erhalten die Lymphkügelchen einen merklichen Aufenthalt, und sie bewegen sich nur langsam fort, während der Strom von Plasma mit den Bläschen schnell weiter geht, und die Lymphkügelchen von dem folgenden Theile des Plasma allmählich weiter gerollt werden. Aus dieser Erscheinung darf man nun nicht mit den trefflichen Forschern Burdach (Physiol. 4, 275) und Wedemeyer (l. c. p. 196) schließen, daß sich der ganze Blutstrom nach hydraulischen Gesetzen an den Wänden langsamer als in der Mitte bewege; vielmehr bewegt sich das Plasma selbst an den Wänden eben so schnell, als in der Mitte, und nur die Lymphkügelchen, welche Haller und Spallanzani von den Blutbläschen noch nicht hinreichend unterschieden, bleiben wegen ihrer rollenden Bewegung zurück. Daß dem in der That so ist, kann man leicht daran sehen, daß die Lymphkörnchen oft ganz zum Stillstande kommen, dann wieder eine Strecke mit fortgerissen werden, sich bald langsam, bald schnell drehen, während der Strom selbst seinen gleichförmigen Gang in allen Theilen behält. Man sieht bei der Säfterotation in den Pflanzen eine ähnliche Erscheinung, die ich in meiner Schrift: die Natur der lebendigen Pflanze an den Charen beschrieben habe.

§. 141.

Der Zusammenhang des peripherischen Systems findet zwar zwischen allen Theilen des Körpers statt; indessen ist er doch vollkommener im Innern der einzelnen Organe selbst, als zwischen den verschiedenen Organen. Damit hängt es zusammen, daß nach Maßgabe der verschiedenen Lebensbewegung der einzelnen Organe relativ unabhängig die Circulation in ihnen erhöht und vermindert werden kann, indem jedes Organ nach dem Grade seiner Erregung

eine größere oder geringere Menge Blut in seinem peripherischen System anzieht und zurückhält, oder aus diesem entleert, was nicht wohl möglich seyn würde, wenn der Zusammenhang des peripherischen Systems der verschiedenen Organe eben so vollkommen wäre, als der Zusammenhang desselben im Innern des Organs selbst.

Inzwischen reicht selbst dieser unvollkommnere Zusammenhang des peripherischen Systems sehr wohl hin, daß unter Umständen von mangelndem Zuflusse des Bluts aus den Arterien, ein Organ durch das peripherische System sein Blut aus den benachbarten Organen anziehen, oder bei gehemmtem Rückfluß sein Blut in die Venen eines benachbarten Organs ergießen, und sich dadurch in seiner Thätigkeit erhalten kann. Dieß geschieht überall, wo die Arterien oder Venen einzelner Organe krankhaft verschlossen oder unterbunden worden sind. Goodisson führt einen Fall an, wo bei einer dem Anscheine nach gesunden und an den untern Gliedmaßen nicht abgemagerten Frau die Aorta unterhalb der arter. mesenter. inferior durch Verknorpelung und Verknöcherung der Haut ganz geschlossen und beide Hüftarterien obliterirt waren, während nun die arter. mammar. interna, die Intercostal-, Lumbal- und Samenarterien erweitert waren und in das Gefäßsystem des Beckens und der untern Extremitäten einmündeten (Horns Archiv. f. med. Erfahr. 1822, S. 278). Dieß ist aus den Anastomosen der Arterien und dem sogenannten Collateralkreislaufe nicht wie in andern Fällen, z. B. bei Verschließung der Carotiden, wo das Blut durch die Anastomosen der Vertebralarterie zum Gehirn geht, zu erklären; denn obgleich die art. epigastrica mit der art. mammaria anastomosirt, so sind doch die Rippen-, Lenden- und Samenarterien nur durch das peripherische Gefäßsystem mit den Organen, die das Blut später aus ihnen erhielten, zusammenhängend, und vor Erweiterung derselben geschah bloß durch das peripherische System, der Blutzufluß. Aehnliche Fälle haben Meckel (Archiv 1827, S. 346) und Andral (Anatomie pathologique I, 369) erzählt. Astley Cooper hat zuerst den berühmten Versuch gemacht, sogar die Aorta zu unterbinden. Ein Hund, dem die absteigende Aorta unterbunden wurde, blieb am Leben, und ebenso ein anderer, dem beide Carotiden, beide Schenkelarterien und eine Armarterie unterbunden waren.

Relative Unabhängigkeit der peripherischen Circulation vom Herzen.

§. 142.

Es war schon Haller bekannt, daß nach dem Absterben der Herzpulsationen die Bewegung des Bluts in den Arterien und Venen noch fortdauert, und daß dann und nach Unterbindung der Aorta das Blut aus einer geöffneten Vene noch fließt (op. min. I, p. 104, 115, 117). Haller fand sogar, daß nach dem Ausschneiden des Herzens bei Fröschen die Blutbewegung durch die Peripherie noch gegen eine halbe Stunde dauert (l. c. 119, 128, 222). Auch Spallanzani sah in solchen Versuchen bei Salamandern im peripherischen Systeme die Bewegung mehrere Minuten dauern und sich noch lange in die Venen fortsetzen, obgleich in den Arterien die Strömung sogleich aufgehört hatte (l. c. 327, 329). Fröschen, denen das Herz ausgeschnitten ist, sah schon Spallanzani noch mehrere Tage leben (l. c. Ex. 120, 121, 122), doch sterben sie früher, als wenn ihnen das Gehirn genommen ist. Auch Treviranus (Biolog. IV, S. 262), Hastings (Meckels Archiv VI, S. 228), Wilson Philipp (Med. chir. transact. Vol. XII, P. II), Wedemeyer (l. c. 233) und Baumgärtner (über die Nerven und das Blut S. 98) haben eine Fortdauer der Bewegung im peripherischen System bei Fröschen noch längere Zeit nach dem Tode des Herzens, und auch nach bloßer Unterbindung der Aorta das Blut aus dem peripherischen Systeme durch die Venen zum Herzen zurückströmen sehen. Ich habe beobachtet, daß man nach dem gänzlichen Ausschneiden gewisser Organe, z. B. des Gekröses mit dem Darmcanale bei Fröschen und Mäusen, auch dann noch die peripherische Bewegung fortdauern sieht, wenn selbst die Thiere eine halbe Stunde zuvor getödtet waren (Lebensproceß im Blute S. 57). Wenn man die Gefäße der Milz eines Ochsen oder bloß die Venen unterbindet, und nun jenseits der Unterbindung die Milz ausschneidet, so sammelt sich durch die fortdauernde Strömung in dem peripherischen Systeme das Blut in den Venen bis zur größten Ausdehnung derselben an. Diese Phänomene lassen sich nicht mit Hastings, Carson u. A. durch eine Contraction der Arterien erklären; denn wie schon Spallanzani beobachtete, fließt gewöhnlich durch diese nach ihrer Durchschneidung wieder ein Theil

des Bluts rückwärts. Erst wenn sich die Arterie auf den höchsten Grad contrahirt hat, fängt das noch übrige Blut wieder an, gegen die Peripherie nach meinen Beobachtungen vorwärts zu fließen. Rudolphi (Physiol. II, 2, S. 318) und J. Müller (Burdachs Physiol. 4, 297) glaubten diese Bewegung in den peripherischen Gefäßen durch die reine physikalische Wirkung der Schwere beim Ausflusse des Venenbluts, und durch ein dadurch bewirktes Aufsaugen des Bluts aus dem peripherischen System, gleichsam der Wirkung des Hebers ähnlich, wenn ich anders die Vorstellung recht verstehe, erklären zu können. Allein das Blut fließt nur, so lange die Lebensbewegung in dem abgeschnittenen Theile fortdauert, und obgleich das Blut in den Gefäßen nicht sogleich gerinnt, so fließt es dennoch nicht aus, wenn der Theil abgestorben ist, sondern bleibt in den Gefäßen nun stocken, während es doch auch im Tode ausfließen müßte, wenn es dazu bloß der physikalischen Bedingungen bedürfte. Allein außerdem ist es unmöglich, daß ein heberartiges Einsaugen diese Wirkung hervorbringt, weil 1) wie schon Jäckel (de motu sanguinis comment. Vratislav. 1821, p. 26) sehr richtig bemerkte, das Blut nach Unterbindung der Aorta und Hohlvene, aus einer offenen Vene, auch gegen die Schwere nach oben bis zum Verbluten des Thiers ausfließt, und was viel wichtiger ist, weil 2) auch, wenn die geschlossenen Venen unterbunden sind, das Blut vom peripherischen System aus mit solchem Andrange nach den Stämmen zufließt, daß diese sehr stark dadurch ausgedehnt werden, wie man sich an unterbundenen Nabelvenen oder Milzvenen sehr leicht überzeugen kann. Auch eine rein mechanische elastische Contraction der peripherischen Gefäße kann nicht Ursache dieser Strömung seyn, weil dadurch das Blut nicht in der bestimmten Richtung nach den Venen, sondern auch rückwärts wieder in die Arterien getrieben werden müßte, was aber nicht der Fall ist. Es ist also unzweifelhaft eine vom peripherischen System ausgehende Lebenserregung, welche das Blut in die Venen hineintreibt. Ja es ist sogar dieselbe bewegende Kraft, welche das Arterienblut, wenn es nicht mehr vom Herzen getrieben wird, in das peripherische System einsaugt, und aus den Arterien entleert. Nur auf diese Weise ist es erklärlich, wie bei solchen Destructionen des Herzens, die seine Thätigkeit fast auf Nichts reduciren, z. B. bei Verknöcherungen, die ringförmig die ganze innere Höhle der Kammern umgeben, oder sie ganz und

gar auskleiden, wie man bei Menschen und Thieren beobachtet hat (Meckels patholog. Anatomie II, 2. Abth. 173, 174, 176), das Leben noch längere Zeit fortdauern kann. Auch das Leerseyn der Arterien nach dem Tode hat keinen andern Grund, als in der Absorption des Bluts aus den Arterien durch die Lebenserregung in dem peripherischen Systeme. Daher kommt es auch, daß nur bei solchen Todesarten dieses Leerseyn beobachtet wird, wo das Blutleben und das peripherische System noch denjenigen Grad der Lebenserregung nach dem centralen Tode besitzen, der die peripherische Circulation bedingt. Aus diesem Grunde findet man da, wo der Tod durch Erstickung, narkotische Gifte, Pest, Skorbut erfolgt (Moscati in Giornale per servire alla storia, raggionata della medicina. Venet. 1783—1791, Vol. I, p. 225), ferner bei Menschen und Thieren, die vom Blitz erschlagen sind, die Arterien wie die Venen voll Blut (Fennel, Philad. Journ. Nr. 9. Férussac, Bullet. I, Nr. 8, p. 295). Der Grund hiervon ist kein anderer, als daß in solchen Fällen das Blut nach aufgehobener Respiration schwarz in die Arterien getrieben wird, die Erregbarkeit der peripherischen Gefäße dadurch gelähmt ist, und nun die bewegende Kraft im peripherischen Systeme zugleich mit dem Leben des Herzens aufhört, während sonst das Leben in der Peripherie länger dauert. So sehen wir auch das erstorbene Blut in der Cholera in allen Gefäßen stocken, und die Arterien aus denselben Gründen von Blut strotzen, wie die Venen. Daß übrigens durch die rein mechanische Wirkung der Schwere nach dem Tode sich das Blut eine Strecke durch das peripherische Gefäßsystem senken kann, sieht man an den Blutansammlungen in der Haut auf der untern Seite der Leichen, worauf schon Bichat aufmerksam machte. Doch scheint dieses Senken so langsam zu geschehen, daß es wohl mit einer Lebensbewegung nicht leicht verwechselt werden wird.

Die lebendige Attraction des Bluts von dem peripherischen Systeme findet ebensowohl auch während der Herzthätigkeit im Leben statt, und aus ihr erklären sich die Phänomene des Aufhörens der Blutungen offen stehender durchschnittener Arterien, wenn der Andrang durch erhöhte Herzpulsationen nicht zu stürmisch ist. Am unzweifelhaftesten ist das Aufhören des Blutstroms in der durchschnittenen Nabelarterie, die bei allen Thieren nach dem Abbeißen der Nabelschnur offen bleibt, ohne daß Blut ausströmt, und auch

beim Menschen nach dem Durchschneiden fast gar kein Blut ergießt, als das, was in der Höhle der Arterie bis zu ihrem Ursprung aus dem Stamme der Lypogastrica enthalten war, so daß die Unterbindung nur der Vorsicht wegen nöthig ist. Auch an durchschnittenen Körperarterien verschließt sich allmählich das durchschnittene Ende auf eine große Strecke bis zum Abgange des nächst obern unverletzten Zweiges, indem es sich mit einem Blutpfropf erfüllt und die Blutung von selbst aufhört (Bell, essay on the forces by which circulate the blood, p. 9—20). Aehnliches sahen nach Unterbindungen der Arterien schon Reichel (l. c. p. 11) und Haller (op. min. I, p. 74, 189), welche das Blut aus dem letzten Ende vor der Unterbindung allmählich in Seitenzweige zurückfließen und das leer werdende Gefäßende verheilen sahen. Darauf beruht auch nach Wardrops Entdeckung (Frorieps Notizen XVI, S. 155) die Heilung eines Aneurisma durch Unterbindung der Arterie unterhalb desselben, indem das Aneurisma nachdem sogleich schwächer pulsirt und ebenso obliterirt, wie ein gesundes Arterienende.

§. 143.

Nicht in allen Organen ist die Selbstständigkeit der peripherischen Bewegung in gleichem Grade vorhanden. In Organen von dünnhäutiger Ausbreitung, wo die Stromnetze sparsam und weit, der Blutreichthum gering ist, hört die Bewegung früher auf. So dauert in der Schwimmhaut eines abgeschnittenen Froschfußes die Bewegung kaum einige Minuten; dagegen ist sie in den parenchymatösen Organen, wie in der Haut und den Drüsen, viel länger dauernd. Man kann in dem durchscheinenden Rand einer ausgeschnittenen Froschleber oft eine halbe Stunde lang die Bewegung des Bluts fortdauern sehen. Hieraus allein erklärt sich auch die Möglichkeit, daß besonders Hautstücke, Kämme der Hähne, ja beim Menschen ganze Finger nach dem Abschneiden noch wieder anheilen können. Rudolphi glaubte, daß dieß durch Blut, welches durch die offenen Gefäßmündungen der Wundfläche in die Gefäße des abgeschnittenen Theils überströme, geschehe, zu welchem Zwecke man die Wundränder blutig mache. Indessen geschieht das Zusammenheilen nicht, so lange die Wundränder bluten. Es ist eine wesentliche Bedingung des Zusammenheilens, daß die Blutung vor der Wiedervereinigung aufgehört haben muß, und nur durch

das Ausschwitzen von plastischer Lymphe zwischen den Wundrändern wird nachher das Verheilen möglich.

Active Ansammlung des Bluts im peripherischen System.

§. 144.

Die erhöhte Thätigkeit der Organe hält von dem durch die Arterien zufließenden Blut eine größere Menge im peripherischen System zurück, so daß wenn sich diese Erhöhung auf alle Organe erstreckt, sich der größere Theil des Bluts in der Peripherie ansammelt, und nur eine geringere Menge im centralen Gefäßsystem enthalten ist. Schon Fontana und Bell (l. c. p. 77) haben angemerkt, daß nach heftigen Anstrengungen beim Laufen die Muskeln von Blut erfüllt, die großen Gefäße fast leer sind, und Hearne (Reise von der Hudsonsbai nach dem nördlichen Weltmeere, a. d. Engl. v. Sprengel, Halle 1797, S. 194) erzählt, daß ein gehetztes Elen beim Abfangen oft nur 2 Pfund Blut aus den großen Gefäßen gibt, weil sich das übrige in das Fleisch gezogen habe. Derselbe Zustand findet nun durch periodisch erhöhte Lebenserregung in einzelnen Organen statt. Obgleich das Herz allen Organen mit gleicher Kraft Blut zutreibt, so kehrt es doch aus allen Organen nicht gleichförmig zurück, sondern es sammelt sich bei der Schwangerschaft im Uterus und in den Brüsten eine stärkere Blurmenge an, wodurch sich das Gewebe dieser Organe mehr entwickelt; bei der Magenverdauung enthält das peripherische System der Magenschleimhaut eine größere Menge Blut, als im leeren Zustande, so daß die Oberfläche derselben geröthet und das Gewebe von Blut aufgeschwollen erscheint. Umgekehrt zieht sich nach vollendeter Bildung der Geweihe bei den hirschartigen Wiederkäuern das Blut aus dem peripherischen System der Haut, welche das Geweih erzeugte, zurück, so daß sie eintrocknet und abstirbt. In den verschiedenen Lebensaltern zeigt sich der Reihe nach im Gehirn, in den Lungen, in der Leber und den Unterleibseingeweiden eine active Blutansammlung im peripherischen System dieser Organe, welche nur durch eine active Anziehung des Bluts mittelst der Gefäßwände unabhängig vom Herzen erfolgt, indem sich der Bildungsproceß erhöht.

Passive Blutansammlung im peripherischen Systeme.

§. 145.

In der activen Blutansammlung turgesciren die peripherischen Gefäße, wodurch das Gewebe der Organe eine feste Spannung erhält, indem eine Lebenserregung zwischen Blut und Gefäßen stattfindet. Zwei Bedingungen sind also für die freie Lebensbewegung des Bluts in der Peripherie unerläßlich: die lebendige arterielle Qualität des Bluts und die lebendige Turgescenz der Gefäße. Durch Aufhebung der einen wie der andern kann die Bewegung gestört werden. Es gibt eine Lähmung des Bluts und der Gefäße, wodurch aus Mangel an Lebensenergie in dem einen oder dem andern jene Spannung aufgehoben wird. Wenn in diesem Falle das Blut vom Herzen aus mit ungeschwächter Kraft in die Organe getrieben wird, so sammelt es sich passiv im peripherischen System an, indem die Gefäße sich ohne Lebenserregung durch den mechanischen Andrang erweitern. 1) Das Blut wird in seiner Lebenserregung gelähmt durch überwiegend venöse Beschaffenheit, welche es z. B. bei gehemmter Respiration annimmt. Wir finden daher bei Schlagflüssen, in der Blausucht das Blut passiv im peripherischen System aller Theile angehäuft, weil dasselbe hier stockt, indem es nicht Lebenserregung genug besitzt, von den Gefäßen angezogen und durch ihre Turgescenz weiter bewegt zu werden. 2) Auf der andern Seite kann sich auch bei normaler Beschaffenheit des arteriellen Bluts durch Lähmung der Gefäße eine mechanische Anhäufung und Stockung im peripherischen Systeme bilden. Wir sehen daher in frischen Lähmungen einzelner Theile, z. B. der Zunge oder der Gliedmaßen, diese aufschwellen, weil das Blut der Selbstbewegung durch die Peripherie entbehrt. Durch diese Stockung fließt den gelähmten Theilen weniger Blut als sonst zu, das Blut wird durch den längern Aufenthalt venöser als gewöhnlich, wodurch die Bewegung noch mehr gehemmt wird, und daher kommt es, daß die Arterien in länger gelähmten Gliedern zuweilen verengt gefunden wurden, ähnlich als ob sie zu obliterirenden Organen gingen (Otto, pathol. Anat. I, S. 315). Auch magern die gelähmten Glieder am Ende ab, werden kälter (Baumgärtner, über Nerven und Blut, S. 155), und der Puls hört in ihnen am Ende auf (Abercromby, Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks, a. d. Engl. von de Blois, Bonn, 1821, S. 178 f.).

Einfluß des Herzens auf die peripherische Bewegung.

§. 146.

Obgleich die angeführten Erscheinungen die Harvey'sche Vorstellung von dem ununterbrochenen Uebergange des Arterienbluts in die Venen hinreichend widerlegen, so darf man jedoch nicht vergessen, daß nur bei Pflanzen und herzlosen Thieren, wo die im peripherischen Systeme circulirenden Säfte gleichsam ihre Quelle in diesem Systeme selbst haben, die Bewegung in demselben vollkommen selbstständig in sich abgeschlossen ist, und daß da, wo sich das centrale System entwickelt, natürlich auch ein vermittelter Zusammenhang zwischen den Arterien und Venen vorhanden ist, indem beide das Herz mit der Peripherie verbinden. Es ist nothwendig, daß, weil hier die Quelle des Bluts im peripherischen Systeme nicht in diesem selbst, sondern im Arteriensystem ist, auch beim Mangel an neuem Zuflusse zum peripherischen Systeme nach dem Ueberfließen des Bluts aus demselben in die Venen die Bewegung hier am Ende aufhören muß, und daß umgekehrt, wenn der Ausfluß in die Venen gehemmt ist, die mechanische Stockung auch die lebendige Bewegung in dem peripherischen Systeme hindern muß; aber überall sind diese Einwirkungen nur mittelbar. Mehrere hierhergehörige Erscheinungen sind schon von Haller und Spallanzani ausführlich untersucht, aber in dem Vorurtheile durch die Harvey'sche Theorie der Blutcirculation ganz falsch erklärt worden.

Zunächst ist es keinem Zweifel unterworfen, daß überhaupt das Blut, welches aus den Arterien sich in das peripherische System ergießt, zuletzt, in Venenblut umgeändert, wieder in die Venen übergeht, und daß fremde Substanzen, welche in die Arterien lebender Thiere gespritzt werden, also auch mit dem Blut in die Venen gelangen können. So hat King die Milch, welche er in die Arterien eines Hundes gespritzt hatte, in die Venen übergehen sehen (Scheel, Transfusion des Bluts 1, 192). Mayer hat einem Kaninchen Milch in die Halsvenen gespritzt und sie durch das peripherische System der Lungen in die Aorta und bis in die Darmvenen übergehen sehen. Dieß ist um nichts auffallender, als daß der milchige Chylus ebenso durch die Lungen in die Arterien und vielleicht zum Theil von diesen noch einmal in die Venen sich verbreitet, weil das Blut in seiner Lebenserregung dadurch nicht gestört wird. Doch

geschieht dieß selbst schon bei Einspritzung milder und assimilirbarer Substanzen, wie die Milch, nur dann, wenn geringe Quantitäten eingespritzt werden. Man kann einem Hunde nicht viel über eine Unze Milch ohne Lebensgefahr einspritzen, und schon Lower sah einen Hund, dem er ein halbes Pfund Milch in die Adern gespritzt hatte, bald an Schwerathmigkeit und Herzklopfen sterben (Scheel, l. c. I, p. 46). Dieß hat seinen Grund in der Stockung der peripherischen Bewegung, sowohl des Körpers als der Lungen, und diese Stockung tritt noch viel auffallender ein, wenn reizende, das Blutleben zerstörende Dinge eingespritzt werden, wie Weingeist und Essig. Diese lassen sich selbst durch verstärkte mechanische Gewalt mittelst einer Spritze bei einem lebenden Thier im reinen Zustande nicht durch die Arterien in die Venen übertreiben. Wedemeyer, der hierüber mehrere Versuche anstellte, sagt, daß nicht reizende Flüssigkeiten, wie warmes Wasser, an lebenden Pferden durch den Druck der Spritze mit Leichtigkeit aus den Arterien in die Venen übergetrieben werden können, so daß das in die Arterien eingespritzte Wasser aus den Venen wieder ausfließt, was auch Magendie bei Hunden fand (Journ. de physiol. I, p. 111). Daß aber Injectionen von reizenden Flüssigkeiten (Essig, Weingeist) allmählich eine Constriction der kleinsten Gefäße erregen, so daß die Injection bis zur völligen Stockung gehindert wird und Erscheinungen von Entzündung in allen Muskeln sich entwickeln, während an Leichnamen auch die reizenden Flüssigkeiten ebenso wie Wasser aus den Arterien in die Venen übergehen.

§. 147.

In der That kann man nun aus dem durch mechanischen Druck der Spritze bewirkten Uebergange des Wassers aus den Arterien in die Venen eines lebenden Thiers nicht mehr folgern, als man aus den Einspritzungen an Leichnamen folgern darf, daß nämlich überhaupt ein Gefäßzusammenhang zwischen Arterien und Venen stattfindet, nicht aber, daß nun auch im Leben das Arterienblut ohne weiteres direct in die Venen zurückströme. Im Gegentheil beweisen gerade die Infusionsversuche mit dem Blute fremdartiger Flüssigkeiten, wie Gummi-Auflösung, Speichel, Harn, selbst Blut anderer Thiere, nach den Beobachtungen von Nysten (rech. de physiol., p. 162), Gaspard (Transfusion des Bluts, von Dieffenbach, S. 175), Hertwig u. A., nach denen immer eine Störung der peripherischen

Einfluß des Herzens auf die peripherische Bewegung.

§. 146.

Obgleich die angeführten Erscheinungen die Harvey'sche Vorstellung von dem ununterbrochenen Uebergange des Arterienbluts in die Venen hinreichend widerlegen, so darf man jedoch nicht vergessen, daß nur bei Pflanzen und herzlosen Thieren, wo die im peripherischen Systeme circulirenden Säfte gleichsam ihre Quelle in diesem Systeme selbst haben, die Bewegung in demselben vollkommen selbstständig in sich abgeschlossen ist, und daß da, wo sich das centrale System entwickelt, natürlich auch ein vermittelter Zusammenhang zwischen den Arterien und Venen vorhanden ist, indem beide das Herz mit der Peripherie verbinden. Es ist nothwendig, daß, weil hier die Quelle des Bluts im peripherischen Systeme nicht in diesem selbst, sondern im Arteriensystem ist, auch beim Mangel an neuem Zuflusse zum peripherischen Systeme nach dem Ueberfließen des Bluts aus demselben in die Venen die Bewegung hier am Ende aufhören muß, und daß umgekehrt, wenn der Ausfluß in die Venen gehemmt ist, die mechanische Stockung auch die lebendige Bewegung in dem peripherischen Systeme hindern muß; aber überall sind diese Einwirkungen nur mittelbar. Mehrere hierhergehörige Erscheinungen sind schon von Haller und Spallanzani ausführlich untersucht, aber in dem Vorurtheile durch die Harvey'sche Theorie der Blutcirculation ganz falsch erklärt worden.

Zunächst ist es keinem Zweifel unterworfen, daß überhaupt das Blut, welches aus den Arterien sich in das peripherische System ergießt, zuletzt, in Venenblut umgeändert, wieder in die Venen übergeht, und daß fremde Substanzen, welche in die Arterien lebender Thiere gespritzt werden, also auch mit dem Blut in die Venen gelangen können. So hat King die Milch, welche er in die Arterien eines Hundes gespritzt hatte, in die Venen übergehen sehen (Scheel, Transfusion des Bluts 1, 192). Mayer hat einem Kaninchen Milch in die Halsvenen gespritzt und sie durch das peripherische System der Lungen in die Aorta und bis in die Darmvenen übergehen sehen. Dieß ist um nichts auffallender, als daß der milchige Chylus ebenso durch die Lungen in die Arterien und vielleicht zum Theil von diesen noch einmal in die Venen sich verbreitet, weil das Blut in seiner Lebenserregung dadurch nicht gestört wird. Doch

geschieht dieß selbst schon bei Einspritzung milder und assimilirbarer Substanzen, wie die Milch, nur dann, wenn geringe Quantitäten eingespritzt werden. Man kann einem Hunde nicht viel über eine Unze Milch ohne Lebensgefahr einspritzen, und schon Lower sah einen Hund, dem er ein halbes Pfund Milch in die Adern gespritzt hatte, bald an Schwerathmigkeit und Herzklopfen sterben (Scheel, l. c. I, p. 46). Dieß hat seinen Grund in der Stockung der peripherischen Bewegung, sowohl des Körpers als der Lungen, und diese Stockung tritt noch viel auffallender ein, wenn reizende, das Blutleben zerstörende Dinge eingespritzt werden, wie Weingeist und Essig. Diese lassen sich selbst durch verstärkte mechanische Gewalt mittelst einer Spritze bei einem lebenden Thier im reinen Zustande nicht durch die Arterien in die Venen übertreiben. Wedemeyer, der hierüber mehrere Versuche anstellte, sagt, daß nicht reizende Flüssigkeiten, wie warmes Wasser, an lebenden Pferden durch den Druck der Spritze mit Leichtigkeit aus den Arterien in die Venen übergetrieben werden können, so daß das in die Arterien eingespritzte Wasser aus den Venen wieder ausfließt, was auch Magendie bei Hunden fand (Journ. de physiol. I, p. 111). Daß aber Injectionen von reizenden Flüssigkeiten (Essig, Weingeist) allmählich eine Constriction der kleinsten Gefäße erregen, so daß die Injection bis zur völligen Stockung gehindert wird und Erscheinungen von Entzündung in allen Muskeln sich entwickeln, während an Leichnamen auch die reizenden Flüssigkeiten ebenso wie Wasser aus den Arterien in die Venen übergehen.

§. 147.

In der That kann man nun aus dem durch mechanischen Druck der Spritze bewirkten Uebergange des Wassers aus den Arterien in die Venen eines lebenden Thiers nicht mehr folgern, als man aus den Einspritzungen an Leichnamen folgern darf, daß nämlich überhaupt ein Gefäßzusammenhang zwischen Arterien und Venen stattfindet, nicht aber, daß nun auch im Leben das Arterienblut ohne weiteres direct in die Venen zurückströme. Im Gegentheil beweisen gerade die Infusionsversuche mit dem Blute fremdartiger Flüssigkeiten, wie Gummi-Auflösung, Speichel, Harn, selbst Blut anderer Thiere, nach den Beobachtungen von Nysten (rech. de physiol., p. 162), Gaspard (Transfusion des Bluts, von Dieffenbach, S. 175), Hertwig u. A., nach denen immer eine Störung der peripherischen

Circulation, die sich vorzüglich in den Lungen durch beschwertes Athmen, Entzündung und Anschwellung, aber auch durch sichtbare Stockung in dem peripherischen Systeme der übrigen Organe deutlich offenbart: daß! der Uebergang aus den Arterien in die Venen im Leben kein unmittelbarer ist, sondern daß die Lebenserregung im peripherischen Systeme dieses von der ununterbrochenen Strömung im centralen System aufs bestimmteste unterscheidet.

§. 148.

Eben so wenig als diese Injectionen und Einspritzungen in die Gefäße lebender Thiere, beweisen auch die von Haller und Spallanzani, und später von Magendie u. A. beobachteten Erscheinungen der stockenden Circulation beim Absterben, und nach sonstigen hemmenden Einwirkungen, den unmittelbaren und ununterbrochenen Uebergang des Arterienbluts in die Venen; im Gegentheil zeigen sie, daß auch nach aufgehobenem Zuflusse des Bluts aus den Arterien im peripherischen Systeme die Bewegung ihren Lauf selbstständig fortsetzt. Indessen sind bei Beurtheilung dieser Versuche über die stockende Blutbewegung immer zweierlei Umstände zu beachten, von denen die Stockungen abhängen: 1) der Zustand des Herzens und der Gefäße, und 2) der Zustand des Bluts, durch welche gemeinschaftlich die Bewegung bedingt ist; denn nicht jedes Blut kann, sey es nun mit oder ohne Einwirkung des Herzens, auf dieselbe Weise durch die Peripherie bewegt werden. Nun hat man aber bisher auf den Zustand des Bluts hierbei nicht im mindesten geachtet, sondern bloß auf den Zustand des Herzens gesehen, so daß in der Deutung dieser Phänomene oft kaum zu entwirrende Widersprüche herrschen, weil man die Beschaffenheit des Bluts hierbei als eine völlig gleichgültige angesehen hat. Haller machte es zum besondern Gegenstande der Untersuchung, ob beim allmählichen Absterben des zum Versuche benutzten Thiers die Blutbewegung in den Arterien oder in den Venen, zu denen er auch die peripherischen Gefäßnetze rechnete (Exp. 124), aufhöre. Er sah bald in den Arterien, bald in den Venen das Blut früher stocken, ohne die bestimmten Bedingungen zu erkennen, unter denen das Eine oder das Andere stattfand (Oper. min. Exp. 61, 66, 70, 81, 82, 116, 123, 124, 139, p. 192, 207). Auch Spallanzani kam hierüber nicht zur Gewißheit (diss. II, p. 171). Untersucht man die hierher gehörigen Erschei-

nungen genauer, so zeigt sich, daß bei Thieren, die mit geöffneter Brust und Bauchhöhle längere Zeit gequält worden sind, gewöhnlich in dem peripherischen System und in den Venen das Blut früher stockt, als in den Arterien und im fortpulsirenden Herzen, weil hier durch die, längere Zeit gehemmte, Respiration das Blut einen hohen Grad von Venosität und Lebensschwäche annimmt, so daß es im peripherischen System ungeachtet der fortdauernden Herzbewegung stockt, weil die erregende Wechselwirkung zwischen dem Plasma und den Gefäßen aufhört, wodurch die Bewegung in der Peripherie bedingt ist. Wenn dagegen, während das Blut noch seine arterielle lebenskräftige Erregung behält, das Herz durch Verletzung oder Eintrocknung abstirbt, so dauert allemal die Bewegung in dem peripherischen System und in den Venen länger als in den Arterien. Wenn Spallanzani das Herz eines frischen Salamanders mit dem Finger so zusammendrückte, daß es nicht mehr pulsiren konnte, oder wenn er die Aorta unterband, so hörte alsbald die Bewegung des Bluts in den Arterien zuerst und später erst in den Venen auf. Beim bebrüteten Hühnchen sah Spallanzani ebenso nach dem Aufhören der Herzbewegung zuerst die Strömung in den Arterien, dann in den Venen und dem peripherischen System aufhören (l. c. Exp. 118). Dieß ist auch damit übereinstimmend, daß sowohl Spallanzani (l. c. sect. IV, Exp. 75, 77), als andere Beobachter nach dem Ausschneiden des Herzens die Strömung im peripherischen System und in den Venen fortdauern sahen. Spallanzani sah sogar (Exp. 70, 99) die Schnelligkeit der Strömung in den Venen nach dem Ausschneiden des Herzens zunehmen.

Dagegen sahen Haller und Spallanzani (l. c. Exp. 21, 75, 77, 79, de la circulation languissante, Exp. 1 — 4) bei Fröschen und Salamandern, die nach dem Aufschneiden der Rumpfhöhle mehrere Tage lang ohne Verletzung des Herzens beobachtet wurden, daß das Blut in dem peripherischen System sich allmählich ansammelte, die Gefäße stark ausdehnte, aber früher stillstand als das Herz, und daß dieses noch Blut in die Arterien trieb, während es in den Venen schon stockte.

Bei solchen Versuchen an ermatteten Thieren sieht man nun die schwankende Bewegung oder Oscillation der Ströme, nämlich ein stoßweises, pendelartiges Hin- und Zurücktreiben des Stroms, wobei er nicht weiter rückte (Haller, Op. min., Exp. 65, 68,

p. 197, Spallanzani, l. c. Diss. IV, p. 310). Man sieht auch hier das Blut, während die Herzbewegung fortdauert, in der Peripherie stocken und die Gefäße stark anfüllen, so daß das vom Herzen ausgetriebene Blut sich nicht über die Arterien hinaus bewegen kann. Zuweilen sieht man das Blut in einigen Gefäßzweigen regelmäßig fortströmen, in andern hin- und herschwanken, während es in noch andern stockt (Spallanzani, l. c. p. 150; Wedemeyer, l. c. 195). Schon aus diesem Phänomen kann man entnehmen, daß nicht, wie Haller und Spallanzani glaubten, die Ursache dieser Schwankung allein in der matten Contraction des Herzens liegt, sondern daß der verschiedene Zustand des peripherischen Systems in den verschiedenen Organen hierbei mitwirkt. Das Blut stockt im peripherischen System, weil es nicht arterielle Kraft genug besitzt, um davon angezogen und darin bewegt zu werden. Die Gefäße besitzen noch einen gewissen Grad der Turgescenz, und durch ihre Verengerungen wird daher das bei jeder Systole des Herzens vorgestoßene Blut wieder in die Arterien zurückgestoßen. In der Regel erstreckt sich daher die Schwankung nicht über das peripherische System hinaus. Zuweilen aber setzen sich bei verstärkter Herzkraft einige von den Strömen des peripherischen Netzes in Bewegung, und bilden, fast wie im ersten Stadium beim Embryo, einen ununterbrochenen Uebergang aus den Arterien in die Venen, und durch diesen erstreckt sich dann der Stoß bis in die Venen hinein.

§. 149.

Einen ganz ähnlichen Zustand bemerkt man an der Blutbewegung in den ersten Tagen der Entwicklung des Herzens im Embryo vor der Kiemenbildung, während das Blut noch nicht in arterielles und venöses unterschieden ist. Der ganze einfache Blutstrom bei Frosch- und Fisch-Embryonen bewegt sich wie ein Rad stoßweise bei jeder Herzcontraction fort und steht bei der Diastole still, hat also wie das Herz eine völlig intermittirende Bewegung. Spallanzani hat schon beobachtet, daß diese intermittirende Bewegung beim bebrüteten Hühnchen zwischen dem dritten und fünften Tage, bei Fröschen am zehnten bis zwölften Tag allmählich aufhört, und in die gewöhnliche continuirliche übergeht (Exp. 116, 149, 151). Er glaubte, dieß rühre von der mit jedem Tage zunehmenden Kraft des Herzens her (l. c. p. 245). Döllinger (Kreislauf des Bluts,

von Oesterreicher, S. 80) und Wedemeyer (l. c. p. 190) haben dasselbe Phänomen beschrieben, ohne eine andere Erklärung desselben zu geben. Man ist bisher nicht darauf aufmerksam gewesen, daß diese Intermissionen nur so lange dauern, bis sich die Kiemen bilden und dadurch das Blut sich in arterielles und venöses unterscheidet, und daß hiermit zugleich erst der Gegensatz zwischen Peripherie und Centrum im Gefäßsystem hervortritt, durch den das ganze Phänomen allein bedingt erscheint. Man sieht auch die oben bemerkten Schwankungen bei ermatteten Fröschen mit solchen Intermissionen der Bewegung anfangen, und zwar in dem Zustande, der durch das gesammte Athmen die ganze Blutmasse im Arterien- und Nervensystem eine gleiche venöse Beschaffenheit angenommen hat, wodurch die Mehrzahl der peripherischen Ströme aufhört, und ein einfacher Strom zwischen Arterien und Venen hergestellt wird, der sich intermittirend bewegt, weil die selbstständige Erregung im peripherischen System aufgehört hat und die Herzwirkung sich nun über den ganzen Gefäßkreis erstreckt.

Diese Erscheinungen können aber sammt und sonders nicht als Grund angeführt werden, daß auch im entwickelten und ungeschwächten Gesundheitszustand nun die peripherische Blutbewegung ein continuirliches Ganze mit der Bewegung in den Arterien und Venen ausmache. Im Gegentheil zeigt eine nähere Einsicht in die Bedingungen, unter denen sie entstehen, daß mit dem Verschwinden und vor dem Entstehen der Differenz von Venen- und Arterienblut auch das peripherische System kein Daseyn hat, und daß von dem Augenblick an, wo der Gegensatz von Arterien- und Venenblut, und der Gegensatz von Peripherie und Centrum im Gefäßsystem hervortreten, auch die Bewegung in der Peripherie eine selbstständige, relativ vom Herzen unabhängige ist, so daß das Blut nun nicht mehr unmittelbar aus den Arterien in die Venen überströmt, sondern alle die unabhängigen Eigenschaften zeigt, die wir oben auseinander gesetzt haben. Hieraus ist auch die schon Spallanzani bekannte Erscheinung erklärlich, daß bei Wundöffnungen in Arterien und Venen das Blut von entgegengesetzten Seiten auch rückwärts nach der Wunde zufließt, daß sich aber dieser Rückfluß auf das peripherische System nie erstreckt.

§. 149.

Der einzige wesentliche Einfluß, den also das Herz durch die großen Gefäße auf das peripherische System hat, ist der, daß es denselben immer frisches arterielles Blut zuführt und das venöse wieder aus ihm aufnimmt, während das einmal in der Peripherie vorhandene Blut sich nur durch seine eigene Erregung und seine Wechselwirkung mit den Gefäßen bewegen kann. Spallanzani hatte mit Unrecht aus den Erscheinungen der durch den Herzstoß beschleunigten Blutbewegung in den Venen der Embryonen und in ermatteten Thieren auf eine ähnliche Wirkung in allen Zuständen geschlossen (l. c. Result. XI); seine eigenen Beobachtungen bewiesen schon, daß im entwickelten Zustande die Bewegung in der Peripherie und in den Venen längere Zeit nach aufgehobenem Zuflusse von Blut aus den Arterien fortdauert und dann erst aufhört, wenn das Blut in der Peripherie verbraucht oder in die Venen entleert ist. Magendie (Physiol. II, 323) hat aus ähnlichen Versuchen dieselben Folgerungen machen wollen. Er entblößte bei einem Hunde die Schenkelgefäße, schnürte den Schenkel ohne die Gefäße an dieser Stelle zusammen, so daß kein Blut durch die übrigen Gefäße fließen sollte, und drückte nun die Arterie zusammen. Jetzt hörte der Blutstrom aus der geöffneten Vene nicht sogleich auf, sondern er nahm erst allmählich ab und hörte erst nach gänzlicher Entleerung des durch die Arterie zuvor zugeführten Blutes auf. Aehnliche Beobachtungen, die im Wesentlichen mit den bekannten Haller'schen und Spallanzani'schen übereinstimmen, sind leicht anzustellen. Bei einer Frau mit einem varicosen Aneurisma am Arme schimmerte das Blut deutlich durch die Armvene. Nach einem Druck auf die Achsel-Arterie entleerte sich die Vene allmählich und füllte sich wieder, wenn der Druck auf die Arterie aufgehoben wurde (Schottin in Isis 1823, S. 524). Diese Erscheinungen beweisen gerade das Gegentheil von dem, was man daraus gefolgert hat. Würde nämlich die Blutströmung im peripherischen System allein durch den mechanischen Andrang des Bluts aus den Arterien bestimmt, so müßte auch in dem Augenblicke der Compression der Arterie selbst der Rückfluß des Bluts in den Venen aufhören. Dieß geschieht aber nicht, sondern der Ausfluß dauert fort, weil durch die selbstständige Bewegung in der Peripherie das Blut noch in die Venen getrieben wird, und erst wenn das Blut aus dem peripherischen System entleert ist,

hört die Bewegung auf, was unmöglich geschehen könnte, wenn die Bewegung vom Herzen abhinge. Daß nun auch nach dem Entleeren des verbrauchten Bluts aus dem peripherischen System noch eine Bewegung und ein Erguß von Blut daher stattfinden soll, kann man in solchem Experiment unmöglich erwarten, da das peripherische System keine andere Quelle hat, als das Arterienblut, und auch in der peripherischen Circulation der Pflanzen und niedern Thiere nach dem Ausflusse der Säfte die Bewegung natürlich aufhört.

Indessen darf nicht übersehen werden, daß die peripherische Circulation auf zwiefache Weise mechanisch durch die Blutbewegung in den Arterien und Venen bestimmt oder verändert werden kann. Durch zu starken Andrang von den Arterien aus wird sie beschleunigt, durch Stockung in den Venen mechanisch gehemmt werden, was aber erst dann geschehen wird, wenn diese mechanischen Einwirkungen die eigene Lebenserregung im peripherischen System überwinden. In diesem Betracht scheint vorzüglich das verschiedene Verhältniß in der Größe des Herzens zur Größe der Gefäße in der Thierreihe und den verschiedenen Lebensaltern einen großen Einfluß auf die peripherische Blutbewegung zu haben.

Gegensatz der peripherischen und centralen Circulation.

§. 150.

Von den herzlosen Thieren und den ersten Stufen der Embryonen-Bildung an, wo das peripherische System allein herrschend ist, nimmt seine Selbstständigkeit in dem Maß ab, als das Herz sich durch die verschiedenen Stufen entwickelt. Dagegen tritt es nach der Herzbildung mit diesem und dem ganzen centralen System in einen Gegensatz, in welchem nach Verschiedenheit der Umstände bald das centrale, bald das peripherische System das Uebergewicht der Thätigkeit hat. So hat in den niedern mit Herzen begabten Thierclassen immer noch das peripherische System das Uebergewicht über das centrale und zwar in demselben Maß, als überhaupt der Bildungsproceß des vegetativen Lebens über das animale Leben hervortritt. Damit hängt eine größere Unabhängigkeit der peripherischen Bewegung vom Herzen zusammen, so daß auch in jedem einzelnen Theil eine große Zähigkeit des Lebens sich unabhängig von dem Ganzen zeigt, woraus sich erklärt, daß Amphibien nach ausgeschnittenem Herzen noch mehrere Tage fortleben. In den Ent-

wicklungsperioden der höhern Thiere tritt auch die Verschiedenheit ein, daß in den frühern Perioden das peripherische noch ein Uebergewicht über das centrale hat, in welchem Verhältnisse dann das Herz zu den Gefäßen noch weniger entwickelt ist.

Das Vorwalten des plastischen Processes in den ersten Lebensaltern hängt nur von dem Ueberwiegen des peripherischen Theils der Circulation ab. Dieser Gegensatz macht sich auch in verschiedenen Lebens- und Gesundheitszuständen bemerklich. Im Schlafe nimmt die Herzthätigkeit ab, der Puls vermindert sich, aber in demselben steigert sich die Thätigkeit im peripherischen System, durch welche der Bildungsproceß erhöht wird, um durch vermehrte Ernährung die im wachenden Zustand erschöpften Kräfte wieder herzustellen. Derselbe Fall erscheint auch im Winterschlafe der Säugethiere, Amphibien, Mollusken. Vielleicht haben die Vögel nur deßhalb keinen Winterschlaf, weil bei ihnen ursprünglich die Herzbildung in einem so großen Uebergewicht über das peripherische System hervortritt, daß eine periodische Unterordnung desselben unter das peripherische System unmöglich ist.

§. 151.

Die Verhältnisse des peripherischen Systems im Schlaf und Winterschlaf verdienen noch näher betrachtet zu werden. Nach Knox ist der Puls um Mitternacht am seltensten (Meckels Archiv f. Physiol. II, S. 89), nach Teste macht er während des Schlafes etwa um ⅕ weniger Schläge als im Wachen (über die periodischen Veränderungen im gesunden und kranken Zustande, Leipzig 1790, S. 311). Martin fand bei einem Manne den Puls im Schlafe von 70 auf 60 Schläge in der Minute sinken (Abhandl. der schwed. Akademie der Wissenschaften, Th. XXX, S. 200). Hamberger sah bei einem achtjährigen Knaben den Puls von 100 auf 89, bei einem eilfjährigen von 90 auf 80, bei einem vierzehnjährigen von 82 auf 62 Schläge sinken. Nach Brandis (Pathologie, S. 552) wird der Puls gegen Morgen voller, größer, stärker, und Knox sah ihn um drei Uhr Morgens an Schnelligkeit zunehmen, man mag geschlafen haben oder nicht (l. c. p. 89). Mit diesem überwiegenden Hervortreten der Herzthätigkeit gegen Morgen hängt es zusammen, daß die Exacerbationen von hektischen Fiebern, Lungen- und Hämorrhoidal-Blu-

tungen, von Podagra um diese Zeit geschehen, und daß der Tod nach Entzündungsfiebern um diese Zeit eintritt. Ungeachtet der verminderten centralen Blutbewegung ist aber die peripherische erhöht, und die gesteigerten Phänomene des Bildungsprocesses vorzüglich in den vegetativen Organen hängen davon ab. So tritt gewöhnlich Nachts die Menstruation ein, und wahrscheinlich hängt auch der Beginn der Wehen bei Geburten um diese Zeit damit zusammen. Die Secretionen erscheinen Nachts concentrirter, wie z. B. der Harn (Gärtner, in Reils Archiv 2, 183), und nach Schübler gibt die Morgenmilch die meiste Butter, die Mittagsmilch die wenigste, die Abendmilch ein mittleres Verhältniß (Meckels Archiv f. Physiol. IV, S. 563). Im Winterschlafe der Säugethiere ist die Zähigkeit des Lebens der einzelnen Organe, wie bei den andern Thieren, ungeachtet der verminderten Herzthätigkeit erhöht. Das Herz selbst hat eine so große Tenacität, daß es nach Mangili bei Murmelthieren, denen der Kopf abgeschnitten ist, drei Stunden fortpulsirt, während es bei wachenden schon nach 50 Minuten unter denselben Umständen abstirbt (Reils Archiv X, 455). Ungeachtet die Herzbewegung im Winterschlafe bei Fledermäusen von 200 auf 50 (Prunelle, Ann. du muséum XVIII, p. 28), beim Murmelthiere von 90 auf 10 herabsinkt, und der Puls selbst nur schwach und undulirend ist, so ist doch der Bildungsproceß, besonders in den Generationsorganen, so erhöht, daß man auf eine verhältnißmäßige Steigerung der peripherischen Blutbewegung schließen muß. Es scheint, daß beim Erwachen, wie ursprünglich in der Embryonenbildung, die Herzthätigkeit selbst erst von der Peripherie aus in Erregung gesetzt wird. In dieser Beziehung ist eine Beobachtung von Czermack (med. Jahrbücher des k. k. österr. Staats, 15ter Bd. St. 2, S. 284) von außerordentlichem Interesse. Er fand nämlich beim Proteus im Winterschlafe das Herz ganz bewegungslos. Da die Thiere so durchsichtig sind, daß man das Herz durch die Brustwand sieht, so konnte C. bei einem unverletzten Thier beobachten, daß beim Erwachen desselben das Blut in den Gefäßen des durchsichtigen Schweif-Endes früher zu kreisen anfing, als die geringste Spur des Herzschlages zu sehen war. Dieß ist also ganz eine Wiederholung des Embryonenzustandes.

§. 152.

In Krankheiten sehen wir dieselben Verschiedenheiten in dem Gegensatze von peripherischer und centraler Blutbewegung. In Fiebern ist, während der Herzschlag in den Exacerbationen und im Zustande der Crudität sehr erhöht ist, das peripherische System unthätig und daher die Secretionen unterdrückt. So wie dagegen in den Krisen die Secretionen durch die erhöhte Thätigkeit des peripherischen Systems hervortreten, so wird der Herzschlag vermindert und der Puls ruhiger, so daß also hier wie im Schlafe mit der erhöhten peripherischen Blutbewegung die centrale vermindert erscheint. Auch bei Hämorrhagien der Gebärmutter, der Lungen ist der Puls gewöhnlich sehr schwach, und es ist nicht eine erhöhte Herzbewegung, welche das Blut austreibt. Die Fortdauer der peripherischen Blutbewegung nach dem gänzlichen Aufhören der Herzthätigkeit in Ohnmachten und im Scheintode (ähnlich wie in den höchsten Graden des Winterschlafs) scheint allein die Fortdauer des Lebens überhaupt möglich zu machen, und die Wiederbelebung der Blutbewegung von der Peripherie aus das sicherste Mittel zur Wiederherstellung zu seyn. Reizungen der Haut durch Reibungen und chemische Reize sind also hier die Hauptmittel um das peripherische System des Körpers, und Einblasen von reiner Luft, um das peripherische System dieser aufzuregen, und erst durch eine centripetale Blutströmung das Herz wieder ins Leben zu rufen.

Verhalten des Plasma und der Blutbläschen im peripherischen Systeme.

§. 153.

Nach den Vorstellungen von Boerhaave und Haller nahm auch Bichat an, daß von dem peripherischen System aus Theile des Bluts durch Poren oder frei endende exhalirende Gefäße aus dem Gefäßsystem heraustreten (allg. Anat. I, 2, 252). Auch Home hat solche Poren in den Nebennieren angenommen. Die Beobachtung der Blutströmung zeigt hiervon das Gegentheil. Das Blut bleibt immer in den peripherischen Gefäßen und hat nur vermittelst Durchdringung ihrer Wandungen mit dem Parenchym und den Secretionscanälen Verbindung. Allein in dem Proceß der Bildung muß man sehr wohl die Bewegung durch die Bläschen führenden von der Bewegung durch die plastischen Gefäße unterscheiden.

Die plastischen Gefäße werden in der Regel nicht von Bläschen, sondern von farblosem Plasma durchströmt, indessen gehen nicht selten die dem Blute beigemischten Lymphkügelchen hindurch, und zuweilen dringt auch ein kleines Blutbläschen, besonders von den neugebildeten, mit dünner elastischer Bläschenhaut hindurch, wovon man sich überhaupt auch im Schatten von der Bewegung des Plasma in ihnen überzeugt. Diese Erscheinung kann es nur seyn, welche Döllinger für ein Ausschleudern der sogenannten Blutkügelchen aus dem Gefäße gehalten hat (Denkschr. der Akad. zu München, VII, 179), indem er die farblosen plastischen Gefäße übersah und ein Durchdringen der Bläschen durch die organische Substanz außer den Gefäßen annahm. Auch haben Spallanzani, Reichel, Kaltenbrunner, J. Müller ein solches Austreten nicht beobachtet. Dagegen ist die Natur der rein-plastischen Ströme bisher ganz verkannt worden. Zwar glaubt Haller (Op. min. I, 88) so feine Gefäße beobachtet zu haben, daß sie keine Blutbläschen mehr führten; allein er dachte sie sich als frei in das Parenchym ausgehend und mit Serum erfüllt, während gebildetes Serum im Blute gar nicht existirt. Die plastischen Gefäße kehren aber in die Netze der Bläschen führenden geschlossen zurück und sind bloß als ein verfeinerter Theil derselben anzusehen. Aus diesen plastischen Gefäßen scheint nun das Plasma des Bluts mehr als in den Bläschen führenden in die Substanz der Organe durchzudringen. Man sieht nämlich nicht selten ihre Einmündung in die Bläschen führenden Gefäße enger als ihren Anfang, und den Strom in ihnen gleichsam versiegen. Es ist also natürlich, daß in solchen Organen, in denen die Menge der plastischen Gefäße sehr groß ist, wie im Gehirn, auch die größte Menge des Plasma oder doch des organisirten und belebenden Theils desselben aus dem Blut in die Organe übergehen wird, während nur ein geringerer Theil in die Venen zurückkehrt. Indessen dringt auch aus den Bläschen führenden Gefäßen zur Ernährung und Absonderung Plasma in das Parenchym, so daß auf diese Weise ein Theil des Plasma verbraucht wird, während die Bläschen sämmtlich in dem Strome zurückbleiben. Man sieht nämlich bei aufmerksamer Vergleichung der peripherischen Ströme in der Nähe der Arterien und in der Nähe der Venen, auch in solchen Organen, wo nur sehr wenige plastische Gefäße bemerkt werden, daß in den Strömen das Plasma an Menge gegen die Bläschen ab-

§. 152.

In Krankheiten sehen wir dieselben Verschiedenheiten in dem Gegensatze von peripherischer und centraler Blutbewegung. In Fiebern ist, während der Herzschlag in den Exacerbationen und im Zustande der Crudität sehr erhöht ist, das peripherische System unthätig und daher die Secretionen unterdrückt. So wie dagegen in den Krisen die Secretionen durch die erhöhte Thätigkeit des peripherischen Systems hervortreten, so wird der Herzschlag vermindert und der Puls ruhiger, so daß also hier wie im Schlafe mit der erhöhten peripherischen Blutbewegung die centrale vermindert erscheint. Auch bei Hämorrhagien der Gebärmutter, der Lungen ist der Puls gewöhnlich sehr schwach, und es ist nicht eine erhöhte Herzbewegung, welche das Blut austreibt. Die Fortdauer der peripherischen Blutbewegung nach dem gänzlichen Aufhören der Herzthätigkeit in Ohnmachten und im Scheintode (ähnlich wie in den höchsten Graden des Winterschlafs) scheint allein die Fortdauer des Lebens überhaupt möglich zu machen, und die Wiederbelebung der Blutbewegung von der Peripherie aus das sicherste Mittel zur Wiederherstellung zu seyn. Reizungen der Haut durch Reibungen und chemische Reize sind also hier die Hauptmittel um das peripherische System des Körpers, und Einblasen von reiner Luft, um das peripherische System dieser aufzuregen, und erst durch eine centripetale Blutströmung das Herz wieder ins Leben zu rufen.

Verhalten des Plasma und der Blutbläschen im peripherischen Systeme.

§. 153.

Nach den Vorstellungen von Boerhaave und Haller nahm auch Bichat an, daß von dem peripherischen System aus Theile des Bluts durch Poren oder frei endende exhalirende Gefäße aus dem Gefäßsystem heraustreten (allg. Anat. I, 2, 252). Auch Home hat solche Poren in den Nebennieren angenommen. Die Beobachtung der Blutströmung zeigt hiervon das Gegentheil. Das Blut bleibt immer in den peripherischen Gefäßen und hat nur vermittelst Durchdringung ihrer Wandungen mit dem Parenchym und den Secretionscanälen Verbindung. Allein in dem Proceß der Bildung muß man sehr wohl die Bewegung durch die Bläschen führenden von der Bewegung durch die plastischen Gefäße unterscheiden.

Die plastischen Gefäße werden in der Regel nicht von Bläschen, sondern von farblosem Plasma durchströmt, indessen gehen nicht selten die dem Blute beigemischten Lymphkügelchen hindurch, und zuweilen dringt auch ein kleines Blutbläschen, besonders von den neugebildeten, mit dünner elastischer Bläschenhaut hindurch, wovon man sich überhaupt auch im Schatten von der Bewegung des Plasma in ihnen überzeugt. Diese Erscheinung kann es nur seyn, welche Döllinger für ein Ausschleudern der sogenannten Blutkügelchen aus dem Gefäße gehalten hat (Denkschr. der Akad. zu München, VII, 179), indem er die farblosen plastischen Gefäße übersah und ein Durchdringen der Bläschen durch die organische Substanz außer den Gefäßen annahm. Auch haben Spallanzani, Reichel, Kaltenbrunner, J. Müller ein solches Austreten nicht beobachtet. Dagegen ist die Natur der rein-plastischen Ströme bisher ganz verkannt worden. Zwar glaubt Haller (Op. min. I, 88) so feine Gefäße beobachtet zu haben, daß sie keine Blutbläschen mehr führten; allein er dachte sie sich als frei in das Parenchym ausgehend und mit Serum erfüllt, während gebildetes Serum im Blute gar nicht existirt. Die plastischen Gefäße kehren aber in die Netze der Bläschen führenden geschlossen zurück und sind bloß als ein verfeinerter Theil derselben anzusehen. Aus diesen plastischen Gefäßen scheint nun das Plasma des Bluts mehr als in den Bläschen führenden in die Substanz der Organe durchzudringen. Man sieht nämlich nicht selten ihre Einmündung in die Bläschen führenden Gefäße enger als ihren Anfang, und den Strom in ihnen gleichsam versiegen. Es ist also natürlich, daß in solchen Organen, in denen die Menge der plastischen Gefäße sehr groß ist, wie im Gehirn, auch die größte Menge des Plasma oder doch des organisirten und belebenden Theils desselben aus dem Blut in die Organe übergehen wird, während nur ein geringerer Theil in die Venen zurückkehrt. Indessen dringt auch aus den Bläschen führenden Gefäßen zur Ernährung und Absonderung Plasma in das Parenchym, so daß auf diese Weise ein Theil des Plasma verbraucht wird, während die Bläschen sämmtlich in dem Strome zurückbleiben. Man sieht nämlich bei aufmerksamer Vergleichung der peripherischen Ströme in der Nähe der Arterien und in der Nähe der Venen, auch in solchen Organen, wo nur sehr wenige plastische Gefäße bemerkt werden, daß in den Strömen das Plasma an Menge gegen die Bläschen ab-

nimmt, und daß daher die Bläschen verhältnißmäßig viel zahlreicher werden in dem Maß, als die Ströme von den Arterien gegen die Venenanfänge fortrücken. Ein einfacher Blick auf die Schwimmhaut eines Frosches (Tab. VII) zeigt, daß in den Venenanfängen (f) das Plasma von Bläschen strotzt, während sie nur zerstreut in dem eintretenden arteriellen Blute (g) schwimmen. Daher zeigt auch das venöse Blut einen größern Gehalt an Blutbläschen und Farbestoff im Verhältnisse zum Plasma, als das arterielle. Die Abnahme des Plasma und die verhältnißmäßige stärkere Ansammlung von Blutbläschen während der Strömung im peripherischen System ist um so bemerklicher, je langsamer die Strömung geht und also je länger das Blut mit den Organen durch die Gefäßwände in Berührung ist. Mit dieser Erscheinung scheint überhaupt zusammenzuhängen, daß, besonders in Unterleibskrankheiten, wo die Blutbewegung sehr träge ist, das Blut im ganzen Körper mehr eine venöse Natur annimmt, wie auch Lauer richtig bemerkt (Liter. Ann. d. Heilkunde von Hecker, XVIII, S. 232) und die Aerzte immer bei sogenannten Stockungen des Bluts gesehen haben. Ueberall, wo das Arterienblut längere Zeit sowohl in Gefäßhöhlen als in Höhlen des Parenchyms ergossen stockt, wird es venös; Hunter fand schon, daß Blut in einer unterbundenen Arterie nach einiger Zeit schwarz werde (über das Blut I, S. 151). Aehnlich wird auch nach Hemmung des Blutstroms in der Arterie durch ein Tourniquet das Blut schwarz.

§. 154.

Umgekehrt sieht man bei mikroskopischer Beobachtung der peripherischen Circulation, daß bei großer Schnelligkeit derselben weniger Plasma absorbirt und die Zunahme der Bläschenmenge in dem Maße geringer ist. Damit stimmen auch die Erscheinungen überein, daß bei beschleunigtem Abflusse des Bluts aus der Peripherie durch die Venen das Blut am Ende fast arteriell aus den Venen strömt, wie es Bichat an der Nierenvene der Hunde (allgem. Anat. I, 2, 266) und Haller nach starken Aderlässen beim Menschen gesehen haben. Der Grund hiervon liegt offenbar an dem durch die Schnelligkeit der Bewegung bedingten Mangel an Wechselwirkung des Bluts mit der organischen Substanz, zu welcher eine gewisse Dauer gehört. Vielleicht kann auch bei nicht beschleunigter Bewegung durch Störung des Erregungsprocesses in den Gefäßen diese

Wechselwirkung gestört werden, sobald der Nerveneinfluß aufgehoben ist. Krimer erzählt, gefunden zu haben, daß nach Durchschneidung der Schenkel- oder Armnerven bei Kaninchen das Venenblut der verletzten Glieder nach 5 — 10 Minuten hellroth ausfloß (Physiolog. Untersuchungen, S. 138, 152). Legallois sagt, daß an geköpften Thieren, bei denen ein künstliches Athmen unterhalten wird, das arteriöse Blut ebenfalls unverändert in die Venen übergeht. Stockt aber das Blut nach Durchschneidung der Nerven im peripherischen Systeme später, so wird es schwarz nach Arnemann (Regeneration, S. 48). Daß das aus dem peripherischen Systeme selbst durch Blutigel ausgesogene Blut nicht völlig venös, sondern mehr noch arteriell ist, hatte schon Hunter (Versuche über das Blut II, 1, 174) und Pallas (Journal de Chimie médicale IV, 465) bemerkt. Vielleicht ist der Mangel an organischer Erregung im peripherischen Gefäßsysteme die Ursache, daß man zuweilen bei Typhus und Faulfieber hellrothes Blut in den Venen findet (Schübler in Gilberts Annalen 39, S. 325).

Doch ist die Verminderung des Plasma im Blute beim Durchströmen des peripherischen Systems nicht die einzige Veränderung, die es erleidet. Die Blutbläschen selbst scheinen hier an Kohlenstoffgehalt und arbestoff zuzunehmen, woher die Veränderungen derselben rühren, die wir oben beschrieben haben (§. 113). Alle Bewegungen, welche die Bläschen in den Strömen zeigen, sind, ihrer Natur nach, rein passiv, und ihnen allein vom Plasma mitgetheilt.

Das peripherische System in den Athmungsorganen.

§. 155.

In gleichem Verhältnisse mit den Athmungsorganen und dem Unterschiede von Arterien- und Venenblut einerseits, und andererseits mit dem Hervortreten des centralen Gefäßsystems im Gegensatze des peripherischen überhaupt, bildet sich auch das peripherische System in den Lungen, im Gegensatze gegen die peripherischen Gefäße des Körpers aus. Dieses System bildet bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen, welche nach der Geburt nur durch die Lungen athmen, einen vollkommenen, bei den Amphibien und Fischen, welche zugleich eine Hautathmung und daher nur einen geringen Grad des Unterschiedes von Arterien- und Venenblut besitzen,

einen unvollkommenen Gegensatz gegen das peripherische System des Körpers, und verschmilzt bei den niedern Thieren, bei denen entweder überhaupt kein Unterschied von Arterien- und Venenblut, und keine gesonderten Athemorgane, oder wo diese nicht einfach, sondern an alle Körperglieder vertheilt sind, wie bei den Articulaten, mit dem peripherischen System des Körpers, so daß der Bildungs- und Respirationsproceß vereint in jedem Organ ausgeübt werden, wie bei den Pflanzen. Doch zeigt sich schon bei den heterorganischen Pflanzen in einigen äußern Theilen ein Uebergewicht des Respirationsprocesses über den Bildungsproceß, wie in den Blättern, und diese oder ähnliche Organe in den Thieren sind es, welche durch überwiegendes Zurücktreten des Bildungsprocesses mit der Ausbildung der Centralität der Circulation sich am Ende zu wahren Athmungsorganen ausbilden, in denen nur noch ein Ueberrest von ernährenden Gefäßen zurückbleibt. Die blätterigen Kiemen der Molusken und Fische zeigen noch große Analogie mit den Pflanzenblättern; die bloß baumförmig verzweigten der Proteiden und übrigen Amphibienlarven scheinen schon eine höhere Stufe zu bilden.

Bei dem Menschen, den Säugethieren und Vögeln, wo die ganze Blutmasse nur in den Lungen respirirt, und der Gegensatz von Arterien- und Venenblut seinen höchsten Grad erreicht, muß die Capacität des peripherischen Systems der Lungen der Geräumigkeit des ernährenden peripherischen Systems im ganzen Körper ungefähr das Gleichgewicht halten, und es würde sich nur eine geringe Verminderung der Capacität des Lungensystems durch vermehrte Schnelligkeit der Bewegung in demselben ausgleichen. In der That scheint auch die Capacität des peripherischen Lungengefäßsystems derjenigen des Körpergefäßsystems vollkommen gleich zu seyn, was durch die ungeheure Vergrößerung der Oberfläche der Lungenschleimhaut mittelst der feinen Verzweigungen der Luftröhren und durch die blasenförmigen Erweiterungen ihrer blinden Enden beim Menschen und den Säugethieren, so wie durch die Feinheit der röhrenförmigen Zellen, welche sich von den Wänden der Lungensäcke der Vögel nach innen erstrecken, möglich gemacht wird. Lieberkühn berechnete, daß die ganze Oberfläche der Luftröhrenverzweigungen beim Menschen gegen 1400 Quadratfuß betrage. Auf dieser ungeheuern Oberfläche sind nun die peripherischen Gefäßnetze so dicht verbreitet, daß die Maschen derselben kleiner sind als

die Durchmesser der Gefäße. Mit dieser großen Vermehrung der Ausdehnung und der inneren Anastomosen hängt zusammen, daß die Lungengefäße, wie schon Malpighi und Reichel sahen, sich fast unmittelbar und plötzlich in das peripherische System auflösen (Marshall Hall, on the circulation, Taf. VIII. Cowper, Phil. Trans. abridg. V, 335), während die Körpergefäße durch allmähliche Verzweigungen sich weitläuftig in alle Richtungen ausbreiten, und der geringern Capacität des peripherischen Systems in den einzelnen Organen gemäß, auch nur eine, verhältnißmäßig zum Volumen der Organe, geringere Menge Blut demselben zuführen. Bei den Amphibien tritt schon ein ganz anderes Verhältniß ein, weil die Vergrößerung der innern Oberfläche der Lungen geringer ist, indem die Zellen der Lungensäcke weniger dicht und weit nach innen vorspringen. Auch scheinen sich auf den blasenförmigen Anhängen der Lungensäcke bei den Schlangen, vielleicht auch auf den Luftsäcken der Knochen und der Eingeweide der Vögel, die Lungenarterien weniger stark zu verbreiten, so daß die Körpergefäße in diesen Theilen das Uebergewicht haben; denn die Luft kann in diesen Säcken lange unverändert aufbewahrt werden, um bei Unterdrückung des Athemholens zur Unterhaltung des Chemismus der Respiration zu dienen; weßhalb denn auch die älteren Schlangen, bei denen die blasenförmigen Anhänge weit stärker als bei den jungen entwickelt sind, nach Herboldt viel länger untertauchen können, als die jüngern. Noch weniger hält das peripherische System in den Kiemen, deren Gefäße weit weniger dichte Netze als in den Lungen bilden, der Capacität nach, dem peripherischen Systeme des Körpers das Gleichgewicht, und in demselben Verhältnisse nimmt auch die Hautathmung zu, und der Unterschied des Arterien- und Venenbluts ab (vergl. Rusconi della circolaz. delle larve delle Salam. aq. Pavia 1817. Amours des Salamandres, Milan 1821. Steinbuch, Analekten für Naturkunde, Fürth 1802).

§. 156.

Bei dem Menschen und den Säugethieren wird eine Hemmung der Blutbewegung durch die Lungen auf alle Theile des Körpers zurückwirken, sey es nun, indem die Qualität oder die Quantität des Bluts im Körpergefäßsysteme dadurch verändert wird; daher ist denn bei Lungenkrankheiten mehr oder weniger die Function aller

Organe gestört, und die Aufhebung der Lungencirculation zieht den plötzlichen Tod aller Organe nach sich, während bei Störungen der peripherischen Blutbewegung in einem andern Organ des Körpers diese sich aus dem Zusammenhange des Ganzen absondern kann, ohne daß dieses einen directen Einfluß auf die übrigen Organe hätte. Auf der andern Seite vereint sich das Blut aller Organe in dem peripherischen Systeme der Lunge, und daher ist es klar, daß von jedem Organe des Körpers, und besonders auch vom Lymphsystem aus, eine Rückwirkung auf die Lunge erfolgen kann, so daß wegen dieses eigenthümlichen Zusammenhanges die Lunge mehr als alle andern Organe krankhaften sympathischen Einflüssen unterworfen ist. Bei krankhaften Zerstörungen eines Theils der Lunge scheint, ähnlich wie bei dem Kiemengefäßsysteme der Frosch = und Salamanderlarven das Ganze, so hier ein Theil des peripherischen Gefäßsystems in erweiterte unmittelbare Communicationsgefäße zwischen Lungenarterien und Lungenvenen überzugehen, wodurch ein Theil des venösen Bluts wieder geradezu in das arterielle Gefäßsystem übergeht (vergl. Magendie, Journ. de physiol. I, 105). Das Arterienblut, schwindsüchtiger Pferde besonders, findet man daher oft schwarz wie Venenblut, womit wahrscheinlich die große Kraftlosigkeit in Schwindsuchten zusammenhängt. Die Blutmasse überhaupt vermindert sich dabei auffallend, wie Portal und Bichat (allg. Anat. 1, 2, 290) schon bemerkten.

§. 157.

Die Circulation des Bluts in dem peripherischen Systeme der Lunge ist von dem Athmungsproceß eben so sehr, wie die Bewegung in der Peripherie des Körpers, von dem Bildungsproceß abhängig. Sie geht daher bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor sich, wie im peripherischen des Körpers, sondern sie wird beschleunigt beim jedesmaligen Ausathmen und langsamer während des Einathmens der atmosphärischen Luft. Die großen Gefäße führen durch größere Geschwindigkeit der Ströme beim Einathmen eine größere Menge Blut zu als beim Ausathmen, daher denn nach Haller (elem. physiol. III, 246) bei Wunden der Lunge die Blutung beim Einathmen stärker wird. Auch erkennt man das schnellere Zuströmen vom centralen System aus an der stärkern Entleerung der obern und untern Hohlvene beim Einathmen

(Haller, op. min. I, 137), welche auch von Williams (Froriep's Notizen VI, S. 56) und von Marx (de structura et vita venarum, p. 73) bemerkt wurde, indem sich diese Venen beim Einathmen am Hunde sehr stark (von 2½ bis auf 1²/₁₅₀ Linie) zusammenzogen. Dabei wird sogar aus den Wurzeln dieser Vene das Blut stärker absorbirt, so daß beim Einathmen nach Magendie in die geöffnete Drosselader Luft dringt, wenn sie nicht comprimirt wird (Journ. de physiol. I. 191), und nach Barry durch eine in die Vene gebrachte elastische Röhre Wasser von außen durch die Vene während des Einathmens absorbirt wird (Recherch. exp. sur les causes du mouv. du sang dans les veines, p. 57). Das Eindringen von Luft in die Venen ist aber nur dann möglich, wenn die Mündung der Vene offen ausgespannt ist, wie dieß durch Aufheben der Haut, um die Oeffnung mit einer Nadel zu verschließen, beim Aderlaß der Pferde zuweilen geschieht, und bei chirurgischen Operationen, wo das Lumen der ganz durchschnittenen Vene durch das umliegende Gewebe offen erhalten wird, möglich ist, z. B. bei Amputationen des Arms im Schultergelenk. Das Blut fließt nicht mit gleicher Schnelligkeit durch das peripherische System der Lungen beim Ein- und Ausathmen ununterbrochen weiter, sondern sammelt sich hier beim Einathmen auf, und verlangsamt seine Bewegungen, so daß man, wie schon Reichel sah, bei mikroskopischer Beobachtung der Blutbewegung in den Lungen der Frösche während des Einathmens die Bewegung in den peripherischen Gefäßen fast ruhen sieht, während sie schnell beim Ausathmen jedesmal sich beschleunigt (de sanguine ejusque motu, E. 6, p. 14, 15). Wie also auch bei Erhöhung des Bildungsprocesses, im peripherischen Systeme des Körpers, die Bewegung allmählich langsamer wird, so hier bei jedesmaliger erhöhter Wechselwirkung mit der Luft. Die schnellere und stärkere Strömung des Bluts im peripherischen System der Lunge beim Ausathmen zeigt sich an der nun verstärkten Bewegung im arteriellen System, die schon Bichat an dem verstärkten Blutstrom aus geöffneten Arterien beim Ausathmen (sur la vie et la mort. p. 223) beobachtet, und Poiseuille an dem Steigen des Bluts in der Röhre seines Pulsmessers (Hämodynamometer) genau gemessen hat (Rep. gén. d'anat. path. VI, 70). Das Blut treibt bei jeder Exspiration das Queckſilber in der Röhre 10—20 Millimeter in die Höhe. Dagegen ist in dem venösen Systeme

die Blutbewegung beim Ausathmen gehemmt, weil nun die Lungen kein Blut anziehen, so daß die Venen jetzt von Blutansammlung aus dem peripherischen System des Körpers anschwellen, was man bei magern Personen an der Drosselvene durch die Haut sieht, und besonders bei länger gehemmter Inspiration beim Schreien, Lachen u. s. w. sehr stark ist. Nach Bourdon erstreckt sich diese Ausdehnung beim Bellen der Hunde durch die Hohlvene bis über die Gekrösvene und Schenkelvene (sur la respiration et la circulation, Paris 1823, p. 68), was von Haller schon beobachtet wurde (Op. min. 137, 191, 203). Durch eine mit der Höhle einer Vene verbundene Röhre strömt jetzt das angesammelte Venenblut aus, nach Magendie. Poiseuille hat die Kraft der Anfüllung der Venen beim Ausathmen, und ihre Abnahme beim Einathmen an Hunden gemessen. Die Differenz des Fallens und Steigens des Queckſilbers in der Röhre betrug 6½ Zoll beim gewöhnlichen Respiriren, bei verstärktem Ein- und Ausathmen 14 Zoll. Nach Bourdon nehmen auch Blutungen beim Ausathmen zu, was ein Beweis ist, daß sie nur durch Hemmung des Rückflusses aus dem peripherischen System, nicht durch Verstärkung des Zuflusses aus den Arterien sich vermehren, wie sie denn an sich selbstständig im peripherischen System ihren Sitz haben.

§. 158.

Die beschleunigte Blutbewegung im peripherischen Systeme der Lungen beim Ausathmen ist nicht bloß eine mechanische Wirkung der Compression der Lungen, obgleich sie dadurch unterstützt werden kann, und ebenso wenig ist die langsamere Bewegung beim Einathmen eine mechanische Wirkung der Ausdehnung der Lungenzellen. Vielmehr hängt die langsamere Bewegung beim Einathmen von der erhöhten lebendigen Wechselwirkung des Bluts und der Luft ab, und die schnellere Bewegung beim Ausathmen ist eine Folge der Repulsion des Bluts aus den Lungen durch die aufgehobene Wechselwirkung nach dem Verbrauch des Sauerstoffs der Luft, wobei zugleich die Bewegung des Bluts durch erhöhte Erregung im Plasma und dessen Wechselwirkung mit den Gefäßen mitwirkt. Denn bei längerem Athmen von irrespirablen Gasarten, wodurch die Lungen mechanisch ebenso ausgedehnt werden, wie durch atmosphärische Luft, sieht man das Venenblut überhaupt sich übermäßig in den

Venen ansammeln, und also nicht ebenso schnell von den Lungen absorbirt werden, als wenn atmosphärische Luft eingeathmet wird. Aehnliches findet auch beim künstlichen Athmen statt. Bei Lungenlähmungen stockt ungeachtet der Ausdehnung der Lungen beim Einathmen die Bewegung dennoch. Auch sah Poiseuille, wenn er nach dem Einathmen bei Hunden die Luftröhre verschloß, und durch die darin enthaltene Luft die Lungen ausgedehnt erhielt, das Blut in den Venen sich so stark ansammeln, daß es auf 120° über 0 seines Pulsmessers stieg, wahrscheinlich weil die Luft durch längern Aufenthalt in den Lungen ihres Sauerstoffs beraubt, mit Kohlensäure imprägnirt, und dadurch zum Athmen untauglich war, das Venenblut also nicht von ihr attrahirt werden konnte. Beim Schließen der Luftröhre nach dem Ausathmen, also bei zusammengefallenen Lungen, fährt das Venenblut fort in die Lungen zu strömen, so daß das Queckſilber in der Röhre fiel. Auch Goodwyn und Bichat haben schon bemerkt, daß nach gänzlicher Entleerung der Luft aus den Lungen das Blut noch eine Zeit lang durchströmt (l. c. p. 206), so lange es Lebenskraft genug besitzt, auch ohne Athmung mit den Gefäßen in Erregungsproceß zu treten. Carson (Inquiry into the causes of the motion of the blood, Liverpool 1815) und Barry haben die Blutbewegung durch die Lungen, als eine hydraulisch mechanische Einsaugung durch die Verdünnung der Luft beim Einathmen, und das dadurch aufgehobene Gleichgewicht des Luftdrucks an den Lungenenden der Blutsäule des Venensystems, wodurch der verstärkte Druck der Luft von der Peripherie des Körpers das Blut nach den Lungen treibe, erklärt. Indessen sieht man an Unterbindungen der Venen, daß auch ohne verminderten Luftdruck am obern Ende die Strömung durch eine von den Wurzeln ausgehende Kraft bewirkt wird; daß sogar nach Unterbindungen der Lungen bei Fröschen die Circulation fortdauert (Baumgärtner l. c. p. 554), ferner daß bei Fischen und den Embryonen der höheren Thiere die Circulation ohne Lungen vor sich geht, und daß durch irrespirable Gasarten, welche dieselben mechanischen Wirkungen haben, die Absorption des Bluts von den Lungen gehemmt wird, daß also diese mechanischen Verhältnisse nichts zu jener Thätigkeit beitragen.

§. 159.

Durch die eigenthümlichen Verhältnisse der peripherischen Blutbewegung beim Ein- und Ausathmen befinden sich die beiden Blutsäulen, im arteriellen und venösen Systeme, in umgekehrten Verhältnissen der beschleunigten Bewegung während der Inspiration und Exspiration. Die Blutsäule im arteriellen Strome beschleunigt ihre Bewegungen in der Exspiration, während die venöse Blutsäule ihre Bewegung vermindert. Umgekehrt vermindert der arterielle Strom seine Bewegungen bei der Inspiration, während der venöse die seinige beschleunigt. Auch hieraus sieht man, daß der arterielle Strom durch das peripherische System des Körpers keine unmittelbare Wirkung auf die Bewegung in den Venen hat.

Die Veränderungen, welche das Blut beim Durchgange durch das peripherische System der Lungen erleidet, sind denen im peripherischen Systeme des Körpers entgegengesetzt. Die Menge des Plasma wird vermehrt, die Masse der Blutbläschen und ihres Farbstoffgehalts durch Auflösung in die Auswurfsstoffe der Lunge vermindert, auf eine Weise, über deren wahrscheinlichen Hergang wir bei der Bildung des Plasma im Blute gesprochen haben.

Ursachen der peripherischen Blutbewegung.

§. 160.

Die relative Selbstständigkeit und Unabhängigkeit der peripherischen Blutbewegung von der mechanischen Wirkung des Herzens geht aus der ganzen Reihe der im Verlauf unserer Betrachtungen dargestellten Erscheinungen hervor, und zwar: 1) aus dem Beginne der Blutbewegung vor der Herzbildung, sowohl im Embryo als in den herzlosen Thieren; 2) aus ihrer Fortdauer in herzlosen Mißgeburten; 3) aus ihrer Fortdauer in vom Körper getrennten lebenden Theilen, und nach dem plötzlichen Tode gesunder Thiere; 4) aus dem Beginne der peripherischen Blutbewegung vor der Herzpulsation beim winterschlafenden Proteus, und häufig auch nach Ohnmachten und beim Scheintode; 5) aus der vom Herzen unabhängigen Beschleunigung und Verlangsamung der peripherischen Blutbewegung in den Lungen; 6) aus der vom Herzen unabhängigen Ansammlung und Entleerung des Bluts im peripherischen System des Körpers, in verschiedenen, beson-

ders periodischen Lebenszuständen einzelner Organe (die Ansammlung des Bluts in der Peripherie bei gehetzten Thieren, bei der periodischen Erhöhung der Thätigkeit des Magens, des Uterus u. s. w.); nach Martini (Abhandl. d. schwed. Akad. XXXI, 73) wurden durch das Gehen die Schenkel im Umfang 7 Linien, die Waden 6 Linien dicker, was nur von der Blutansammlung im peripherischen Systeme herrühren kann; 7) aus dem Gegensatze der peripherischen und centralen Blutbewegung in verschiedenen Lebenszuständen und Thierclassen; 8) aus der selbstständigen parasitischen Entwicklung und Isolirung des peripherischen Gefäßsystems in parasitischen krankhaften Bildungen, z. B. der Warzen, Polypen, Angiektasien u. s. w.

§. 161.

Wenn es gleich aus diesen und ähnlichen Erscheinungen, besonders bei der Ernährung, unzweifelhaft ist, daß die peripherische Blutbewegung durch eine innere unabhängige Kraft vollbracht wird, so hat doch die Einsicht in die organischen Ursachen dieser Selbstthätigkeit ihre großen Schwierigkeiten, und zwar um so mehr, als man sich hierbei von der Gewohnheit organische Wirkungen von allgemeinen physikalischen und chemischen Ursachen abzuleiten ganz und gar lossagen, und rein auf die Analyse des organischen Processes selbst beschränken muß. Indessen führen uns die Verhältnisse des Bildungsprocesses zu den Veränderungen der peripherischen Blutbewegung ganz natürlich auf den organischen Zusammenhang beider, und in diesem Zusammenhange werden wir auch vorzüglich den Proceß der Bewegung selbst zu suchen haben.

Die Erscheinungen der nach aufgehobener Wirkung des Herzens noch fortdauernden Blutbewegung hatten schon Haller lebhaft angeregt, ihre Ursachen zu erforschen (Op. min. I, 127, 239). Zuerst glaubte er, nachdem er sich gegen die von Brun und Krüger angenommene Capillarröhren-Attraction [die später auch Sömmering (Gefäßlehre S. 95) vertheidigte] mit Recht erklärt hatte, diese Ursachen in einer gegenseitigen Attraction der Blutbläschen zu finden, die immer sich dahin zu bewegen strebten, wo schon die größere Menge sey, weil er beobachtet hatte, daß ausgeflossene Blutbläschen wieder von einer Oeffnung einer

Vene resorbirt wurden. Später hat Haller diese Idee selbst verlassen, und in seinem größern Werke (El. physiol. II, 215) gesteht er, daß eine verborgene Kraft zum Grunde liegen müsse, wenn man nicht eine zarte Contraction der feinsten Gefäße annehmen wolle; denn diese Bewegung rühre weder vom Herzen, noch von den Arterien, noch von irgend einer andern bekannten Kraft her. Die Absorption ausgeflossener Blutbläschen von offenen Venenmündungen haben neulich auch Koch (Meckels Archiv 1827, S. 443) und Baumgärtner (über Nerven und Blut, S. 108) beobachtet, und Döllinger scheint ganz entschieden eine Anziehung und Abstoßung der von ihm für individuell selbstständig gehaltenen Blutbläschen anzunehmen (Denkschr. d. Ak. zu München VII, 186, 225). Spallanzani sagt indessen schon, daß das Zusammenkleben der Blutbläschen im ausgeflossenen Blute nicht für die Ursache dieser Bewegungen gehalten werden könne, da es zu langsam und zu schwach gegen die Schnelligkeit der Strömungen sey, und auch feine Ströme von Blut in Theile dringen, wo zuvor keine Bläschen vorhanden waren, die die folgenden anziehen könnten (l. c. p. 382). In der That ist das Absorbiren von ausgeflossenen Blutbläschen durch offenstehende Venenmündungen ein rein physikalisches Phänomen, was ebenso an größern Venen durch Aufsaugung von Wasser und sonstigen Flüssigkeiten sich zeigt, und wozu die Bedingungen bei den peripherischen Gefäßen so günstig seyn müssen, daß man es höchst selten sieht, und das Phänomen auch nur von Wenigen beobachtet ist, anstatt es überall zu sehen seyn müßte, wenn es eine lebendige Attraction der Bläschen wäre. Daß die Bewegungen der Bläschen bei Vermischung mit Wasser rein physikalisch sind, haben wir oben gezeigt.

§. 162.

Treviranus, durch die Erscheinungen der Versuche von Legallois über den Einfluß des Hirns und Rückenmarks bewogen, leitete die Bewegung des Bluts ohne Herz vom Nervensystem ab (Biolog. IV, 272). Oesterreicher folgte dieser Ansicht, und Baumgärtner suchte sie durch Versuche zu bestätigen (üb. Nerven u. Blut, S. 159). Baumgärtners Gründe für diese Ansicht sind im Wesentlichen diese: daß im Embryo

Hirn und Rückenmark vor dem Blute gebildet würden, daß die erste Bewegung des Bluts gegen diese Theile hingehe, und daß die Gefäßzweige später die Nervenzweige begleiten. Burdach (Physiol. 4, 468) entscheidet sich mehr für die zuerst von Prochaska angedeutete Ansicht, daß eine Anziehung des Bluts durch die Organe von elektrischer Natur vorhanden sey, welche durch die Sensibilität der Organe erhöht werde. Wir glauben zwar nicht, daß die Ansicht Baumgärtners, nach welcher sich das Nervensystem früher als das Blut bildet, sich wird durchführen lassen, da Baumgärtner die Entstehung des Bluts nur von der Bildung der Bläschen anrechnet, während schon viel früher im Embryo und in der Thierreihe Blut in Form von reinem Plasma erscheint; indessen sind jene Ansichten überhaupt durch die wichtige Beziehung des Nervensystems bei den Thieren, welche Nerven haben, auf das Blutleben im Ganzen gestützt, freilich ohne daß sie eine nähere Zergliederung von dem unmittelbaren Zusammenhange des Processes der Bewegung geben, oder erklären, wie bei den nervenlosen Planarien und Saugwürmern und bei den Pflanzen die Bewegung möglich wird. Auch wo Nerven vorhanden sind, ist deren Wirkung auf das Blut nie eine unmittelbare, und am wenigsten findet sie auf die Blutbläschen statt, die zwar früher für den belebenden und bildenden Theil des Bluts gehalten wurden, aber nach unsern Untersuchungen weder bildende Kräfte noch lebende Bewegungen haben, sondern wie fremde Körper in dem Blutstrome von Plasma mit fortgetrieben werden. Wo das Nervensystem auf das Blut wirkt, geschieht es nur vermittelst der Gefäße, und in der That ist es allein das unmittelbare lebendige Verhältniß zwischen den Lebensbewegungen im Plasma des Bluts und den Gefäßen, dessen Zergliederung uns eine Einsicht in die bewegende Kraft des Bluts im peripherischen Systeme verschaffen kann. In der Wechselwirkung zwischen Blut und den peripherischen Gefäßen treten zwei Momente hervor:

1) die Bewegung der Gefäße und ihr Einfluß auf das Blut, und

2) die innere Bewegung des Blutplasma und ihre Richtung auf die Gefäßwände.

§. 163.

Wir haben gesehen, daß das Wesen der Bewegung der peripherischen Gefäße in einer Turgescenz ihrer Wände besteht, die nach innen aufschwellen und dadurch ihren innern Raum verengern. Es ist dieß also keine eigentliche Contraction, aber die Turgescenz der Gefäße wirkt wie eine Contraction auf das Blut, indem dieses durch die dadurch bewirkte Verengerung der Gefäßhöhle nothwendig in einer Richtung, wo es keinen Widerstand findet, fortgetrieben werden muß. Läßt die Turgescenz der Gefäßwand an einer Stelle nach, so erweitert sich dieselbe, und das Blut sammelt sich hier an, und kann durch mechanischen Andrang das Gefäß noch mehr erweitern, besonders wenn die Lebenskraft desselben, sey es durch gestörten Nerveneinfluß oder durch krankhaftes Blut, gelähmt war. Zum normalen Fortgange der Blutbewegung gehört also eine gewisse, den mechanischen Andrang überwindende Turgescenz der peripherischen Gefäße, weil sonst passive Blutanhäufungen entstehen, die sich zu eigenthümlichen Krankheitsformen entwickeln können, wobei das peripherische System sich parasitisch an einzelnen Stellen isolirt und selbstständig fortwuchert, worüber wir das schöne Werk von C. F. v. Gräfe Angiektasie, Beiträge zur Cur und Erkenntniß der Gefäß-Ausdehnungen, 4 Kupf. Leipz. 1808, 4. besitzen.

Indessen kann die Verengerung der Gefäße durch Turgescenz der Wandungen nicht alleinige Ursache der peripherischen Circulation seyn, weil die Richtung der Bewegung dadurch nicht bestimmt werden kann, welche auch dann noch sehr beständig bleibt, wenn die Theile getrennt sind, und die Herzwirkung ganz aufgehoben ist. Diese bestimmte Richtung der Bewegung scheint mir nun, in Thieren ebenso wie in den Pflanzen, durch die lebendige innere Lebensbewegung des Plasma und deren Wechselwirkung mit den Gefäßen, wodurch eine gegenseitige lebendige Anziehung beider erzeugt wird, zu entstehen. Indem bei dieser lebendigen Attraction (Selbstattraction) das Plasma die Gefäßwand durchdringt, ist diese zugleich das Mittel, wodurch der Uebergang des Plasma durch die Gefäße in die Substanz der Organe bewirkt wird. So entsteht gleichsam eine Succession in der Anziehung der Theile des Plasma durch die Gefäße, indem der Theil, welcher

die Gefäße durchdrungen hat, um in das Parenchym überzugehen, sogleich durch einen folgenden ersetzt wird, so daß gleichsam immer neues Blut durch den Bildungsproceß angezogen wird, wodurch sich natürlich der Strom, in der bestimmten Richtung dieser Anziehung, in Bewegung setzen muß. Hierzu kommt noch eine repellirende Bewegung des Bluts durch die bei der lebendigen Wechselwirkung des Bluts und der Gefäße gleichzeitig mit dem Bildungsprocesse stattfindende Resorption. Durch diese tritt neue Substanz zum Blut in den peripherischen Gefäßen hinzu, und anstatt des Nachlasses in der Spannung zwischen Blut und Gefäß vermehrt sich diese vielmehr durch Hinzutreten neuer Masse. Hierdurch wird eine stärkere Reaction der Gefäße bedingt, die nun durch ihre Spannung gegen das Blut den Strom in entgegengesetzter Richtung aus sich zurückstoßen, wie er ursprünglich beim Bildungsproceß angezogen wurde. Die wahre Ursache der peripherischen Blutbewegung ist also ein organischer Erregungsproceß der Gefäßwände durch das Blutplasma, durch den zugleich der Bildungsproceß vermittelt wird.

Die centrale Blutbewegung.

Begriff.

§. 164.

Das allgemeine Bild der centralen Blutbewegung ist die entgegengesetzte Strömung des arteriellen Bluts von den Lungen durch den Baum des arteriellen Gefäßsystems zum peripherischen Systeme des Körpers, und umgekehrt des venösen Bluts aus der Peripherie des Körpers durch den Baum des venösen Systems zum peripherischen Systeme der Lungen. Jeder dieser entgegengesetzten baumförmigen Ströme bildet in seinem ganzen Verlauf ein zusammenhängendes Ganze, und daß in der Mitte die Gefäßstämme beider sich zu Herzen entwickeln, ist keine Unterbrechung zwischen den Wurzeln und Zweigen, sondern ein bloßes Hülfsmittel der Strömung, welche auch ohne dasselbe bei vielen Thieren, in dem einen oder dem andern Baum, oder in beiden zugleich, stattfindet. Das Herz hat für jedes der beiden Systeme keine andere Bedeutung, als diejenige, welche die Sammlung aller Wurzelströme in einen einfachen Stamm, und der Ursprung aller

Zweigströme aus diesem, auch ohne Herzbildung in ihm, schon hat; nämlich der gemeinsame Vereinigungs- und Mittelpunkt der Ströme, und die Einheit der Wurzeln und Zweige des Gefäßsystems aller Organe zu seyn. Dieser Begriff der Centralität des Gefäßsystems bezieht sich allein auf die Vermischung des Bluts aller Theile, mit denen jedes System zusammenhängt, und nur hierdurch unterscheidet sich das centrale Circulationssystem von dem rein peripherischen, in welchem das Blut in jedem Theile sich in abgeschlossenen Kreisen bewegen kann, ohne daß eine solche Vereinigung und Vermischung des Bluts aller Theile des Körpers stattfindet. Also auch in denjenigen Thieren und im Menschen, wo das Herz des venösen Systems mit dem des arteriellen zu einem Ganzen verbunden ist, vereinigt dasselbe keineswegs beide Systeme unter sich, sondern jedes kann seine durchaus unabhängige und selbstständige Bewegung von einem Extreme zum andern haben, ungeachtet das Herz gleichförmig auf die Ströme beider einwirkt. Daher sehen wir auch, daß z. B. während des Einathmens die Strömung im ganzen arteriellen Baume durch die venöse Arterie bis zu den Körperarterien sich verlangsamt, während sich im ganzen venösen Systeme durch die Körpervene bis zur arteriellen Vene der Strom beschleunigt, und daß das Umgekehrte in beiden Systemen beim Ausathmen geschieht. Das Herz ist also nicht fähig, den Zusammenhang zwischen den Wurzeln und Zweigen jedes dieser Systeme zu unterbrechen, sondern sie machen ein continuirliches Ganze aus, es mag ein Herz in ihnen vorhanden seyn oder nicht. Das Herz unterstützt die Bewegungen mechanisch in diesen Systemen innerhalb der organischen Zwecke, welche auch ohne das Herz schon bestimmt sind. Jedes der beiden Systeme hat also seine Centralität in sich, und es sind also zwei getrennte centrale Blutsysteme, das arterielle und das venöse, vorhanden. Nur auf diese Weise ist es erklärlich, daß nach Verschiedenheit der Verhältnisse zwischen dem peripherischen Systeme der Athemorgane und dem des Körpers in jedem der beiden centralen Gefäßstämme sich Herzen unabhängig von einander entwickeln, und daß bald in dem arteriellen Systeme, wie bei den Fischen, bald in dem venösen, wie bei den Molusken, bald in beiden zugleich, wie bei den Holothurien, nach Tiedemann, das Herz ganz fehlen kann, so daß die Wurzeln und

Zweige nur durch den einfachen Gefäßstamm unmittelbar zusammenhängen.

In der That ist also ein Unterschied von großem Kreislauf (zwischen dem Herzen und dem Körper) und kleinen Kreislauf (zwischen dem Herzen und den Lungen), im Sinne Harvey's, gar nicht vorhanden, indem zwischen dem Herzen und den Lungen ebenso wenig, als zwischen dem Herzen und dem Körper eine Rückkehr der entgegengesetzten Ströme in einander stattfindet, und die ganze Theorie ist nur als ein dunkles Ueberbleibsel der ohnehin unrichtigen Ansicht von Mery, daß im Fötus ein Theil Blut aus den Lungen in den rechten Ventrikel zurückkehre, zu betrachten. Das Blut aus den Lungen kehrt nicht zum Herzen, als Einigungs- und Centralpunkt des arteriellen und des venösen Systems, zurück, sondern es setzt, weil das Herz eine bloße äußerliche Vereinigung der Stämme bei innerer Trennung ihrer Höhlen ist, mit Hülfe des arteriellen Herzens, bloß seinen directen Weg zu den Körperarterien fort, nachdem es sich aus allen Theilen der Lunge im Herzen gesammelt hat, und umgekehrt geht das Blut des Venensystems durch das Herz, und die arterielle Vene direct wieder zu den Lungen. Der Unterschied zwischen großem und kleinem Kreislauf beruht bloß auf dem Gegensatze zwischen den peripherischen Systemen der Lungen und des Körpers, den man in seinen natürlichen Verhältnissen verkannt, und auf ganz unnatürliche Weise durch das Herz verbunden, gedacht hat, während gerade umgekehrt das Herz, durch Vereinigung jedes der centralen Gefäßstämme in sich und Trennung beider von einander auch beide peripherische Systeme von einander sondert. Kurz, die arterielle Vene und die venöse Arterie zwischen dem Herzen und den Lungen gehören nicht zu einem Systeme, das man den kleinen Kreislauf nennen könnte, und ebenso wenig gehören die Arterien und Venen des Körpers zu einem Ganzen, das einen großen Kreislauf bildete, sondern es ist nur das peripherische System der Lungen, welches ein relativ selbstständiges Ganze ausmacht, und welches durch einen ununterbrochenen venösen Strom Blut aus dem Körper erhält, und durch einen ununterbrochenen arteriellen Strom Blut in den Körper sendet.

§. 165.

Auf denjenigen Stufen der Entwicklung, sowohl in der Thierreihe als im Embryo, wo das peripherische System der Lungen noch

keinen vollendeten Gegensatz gegen das peripherische System des Körpers bildet, finden sich zwischen beiden centralen Systemen Anastomosen, wodurch eine theilweise Verbindung beider bewirkt wird, so daß ein Theil des venösen Bluts dadurch wieder in das arterielle System übergeführt wird, ohne zu den Lungen zu gehen. Diese Einrichtung hat darin ihren Grund, daß bei der auf diesen Stufen noch stattfindenden Haut- (Körper- oder Eihaut) Athmung, wo der Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut noch nicht vollkommen ausgebildet ist, das venöse Blut aus dem peripherischen Systeme des Körpers nicht völlig, sondern nur theilweise venös oder halbarteriell zurückkehrt, und also der Athmung nicht in dem Grade bedarf, als das völlig venöse Blut auf den höhern Entwicklungsstufen. Deßhalb kann es, unbeschadet der Lebenserregung des Körpers durch dasselbe, auch theilweise in das arterielle System wieder zurückfließen, ohne durch die Lungen zu gehen, oder vielmehr es ist der Zweck dieser Anastomosen beider centralen Systeme, nicht alles Blut durch die Lungen zu führen, damit es nicht eine zu überwiegend arterielle Beschaffenheit im ganzen Körper erhalte. Cuvier (Règne animal, T. II, p. 1) hat diesen Zusammenhang beider centralen Systeme bei den Amphibien so vorgestellt, als ob der kleine Kreislauf hier nur ein Bruch des großen Kreislaufs sey, während bei den Vögeln, Säugethieren und dem Menschen der große Kreislauf sich im Gegensatze mit dem kleinen befinde, und J. Müller (Physiologie 1, S. 157) hat auf diese weiter durchgeführte Ansicht, nach welcher der kleine Kreislauf bald ein Bruch oder Anhang des großen, bald ein Gegensatz des großen seyn würde, eine Eintheilung der Formen des großen und kleinen Kreislaufs in den verschiedenen Thierclassen gegründet, welche indessen, ungeachtet ihrer scharfsinnigen Unterschiede, doch keineswegs in der Natur begründet erscheint. Will man nämlich überhaupt den Unterschied von kleinem und großem Kreislauf festhalten, so kann es nicht anders geschehen, als daß man überall den kleinen Kreislauf als in der Körperperipherie wurzelnd, und sich in das peripherische System der Lungen verzweigend, anerkennt; denn im Herzen hat er nirgends weder Anfang noch Ende. In diesem Falle fällt sein Begriff mit der Totalität des centralen venösen Systems zusammen. Umgekehrt kann man unter großem Kreislauf nichts Anderes als den Zusammenhang des ganzen arteriellen Systems, von der Peripherie der Lun-

gen bis zu der des Körpers, verstehen. Auf diese Weise wurzelt dann der kleine Kreislauf überall in den Körpervenen, und endet in den arteriellen Venen, wie es bei den Schnecken ohne Herz in dem Stamme stattfindet; und die Sache bleibt ganz dieselbe, wenn entweder unmittelbar von dem Stamme der Körpervenen, wie bei den zweischaligen Mollusken, oder erst hinter dem Herzen von der arteriellen Vene ein Zweig dieses Systems zum arteriellen hinübergeht; denn die arterielle Vene selbst bleibt immer eine Fortsetzung des Körpervenensystems, und endet in dem peripherischen Systeme der Lungen, mag sie nun einen Zweig zum Arteriensystem abgeben oder nicht. Das arterielle System bleibt zwischen den Lungen und dem peripherischen Gefäßsysteme des Körpers ebenso überall ein fortgesetztes Ganze, mag es den Zweig vom venösen System aufnehmen oder nicht. Uebrigens scheint das centrale arterielle System nirgends rückwärts Zweige in das venöse System abzugeben. Die venöse Arterie geht nie in die Körpervenen über, und die eben angeführten Untersuchungen über das Froschherz von Davis und Mayer sind von großem Interesse, indem sie zeigen, daß ungeachtet der Einfachheit der Herzkammer dennoch die venöse Arterie in einem von dem Körpervenenvorhof getrennten Vorhof einmündet, so daß also im Herzen der Stamm des arteriellen Systems nur einen Theil des venösen Bluts aufnimmt, nicht aber selbst in das centrale venöse System übergeht, denn die arterielle Vene ist gleich von ihrem Ursprung aus dem Herzen ganz oder theilweise von der Körperarterie getrennt.

Die peripherische Bewegung in den Lungen bleibt also überall im Gegensatze mit der peripherischen Blutbewegung des Körpers; nur ist dieser Gegensatz in einem Falle vollkommen, in dem andern ein theilweiser, und nirgends gibt es einen kleinen Kreislauf, der als ein Bruch oder Anhang eines großen Kreislaufs betrachtet werden könnte, da sich die venöse Arterie immer ganz in die Körperarterie fortsetzt, und da in dem Falle, wo, wie bei den Amphibien, der venöse Stamm vor seinem Uebergang in die arterielle Vene einen Zweig zu dem arteriellen System abgibt, dieser durchaus nichts mit dem Kreislauf durch die Lungen (kleine Kreislauf) zu thun hat. Man kann also, ohne in nothwendige Verwicklungen durch künstliche Trennungen natürlich zusammengehöriger und durch künstliche Verbindung natürlich getrennter Theile zu gerathen,

die Distinction von großem und kleinem Kreislaufe gar nicht beibehalten.

Es ist in dem centralen Circulationssysteme kein anderer natürlicher Unterschied, als der zwischen dem arteriellen und dem venösen Systeme, deren jedes einen ununterbrochenen Zusammenhang in sich zwischen den beiden peripherischen Extremen hat.

I. Blutbewegung in dem venösen Systeme.

§. 166.

Das venöse Blut sammelt sich aus allen Wurzeln der Venen des Körpers, indem es dem rechten Herzen zuströmt, welches den Mittelpunkt für die Vereinigung alles venösen Bluts des ganzen Körpers bildet. Von hier aus geht es in direct fortgesetzter Strömung durch die arterielle Vene zu dem peripherischen Systeme der Lungen, um sich in dieses zu ergießen. In dem venösen wie in dem arteriellen System ist hierbei das Gemeinsame, daß die Strömung von den Stämmen zu den Gefäßzweigen hin, unter sonst gleichen Verhältnissen, allmählich an Schnelligkeit abnimmt, weil die Capacität der Gefäßstämme geringer ist, als die Capacität der Summe der Zweige, welche in die Stämme übergehen oder daraus entspringen. Nach Haller verhält sich die Capacität der Gefäßstämme zu den Zweigen wie 1 : 1,5. Nach Helvetius wie 1:1,18. Nach Wedemeyer ist das Verhältniß von den Arterienstämmen zu den Zweigen wie 1 : 1,5. Autenrieth sagt, daß mehrere Arterien, die längere Strecken verlaufen, ohne Zweige abzugeben, wie die A. carotis, die vertebralis, die A. spermatica u. a. gegen das Ende sich etwas erweitern. Es ist also natürlich, daß weil die Geräumigkeit eines Canals im umgekehrten Verhältnisse mit der Geschwindigkeit der darin bewegten Flüssigkeit steht, das Venenblut, ähnlich wie das Arterienblut, in den Zweigen sich langsamer bewegt als in Stämmen. Haller (op. min. I, 98, 206) und Spallanzani (l. c. p. 153. Exp. 51, 53, 63, 91, 102, 116) sahen daher schon die Ströme in den Wurzeln der Venen viel langsamer als in den Stämmen. Nach Spallanzani ist der Strom in den Wurzeln dreimal langsamer als in den Stämmen. Auch Döllinger fand, daß, wo ein Zweig in den Stamm eintritt, wodurch die Vene mehr gefüllt wird, die Bewegung sogleich schneller wird (l. c. p. 210). So fließt überhaupt in erweiterten Stellen der Gefäße das Blut langsamer, z. B. in

den Aneurismen, während es an verengerten Stellen wieder schneller sich bewegt (Haller, op. min. I, 88. Spallanzani l. c. p. 144).

§. 167.

Ferner zeigt sich in beiden Systemen eine schnellere Bewegung in den Zweigen, wohin das Herz das Blut treibt, und eine langsamere in den Wurzeln, aus denen sich das Blut sammelt. So sah schon Haller aus der arteriellen Vene das Blut mit derselben Geschwindigkeit wie aus den Körperarterien fließen, während die Bewegung in den Hohlvenen weit langsamer ist. Doch scheinen diese Verhältnisse durch die Lage des Herzens in der Nähe der Lungen, wodurch ungleiche Verhältnisse der arteriellen Vene und der Körperarterien entstehen, nicht ganz dieselben, daher denn auch die Bewegung in der venösen Arterie etwas schneller als in Darmvenen ist (Spallanzani l. c. p. 190), und selbst schneller als in der Aorta seyn muß, da durch ihren engern Durchmesser in gleicher Zeit eben soviel Blut als durch die weitere Aorta fließen muß.

§. 168.

Da die Capacität des ganzen venösen Systems größer ist, als die des arteriellen, so ist im Ganzen die Bewegung in dem letztern schneller, als im Venensystem. Haller nahm das Verhältniß der Arterienweite zu den Venen beim Menschen im Allgemeinen wie 4 : 9 an. Indessen ist es nicht allein in verschiedenen Körpertheilen, sondern vorzüglich in den verschiedenen Thierstufen und den verschiedenen Lebensaltern des Menschen sehr verschieden. Spallanzani wollte daher bei den Amphibien, wo bei dem geringen Unterschiede zwischen Arterien- und Venenblut auch die Venen eine verhältnißmäßig geringe Weite haben, kaum zugeben, daß hier das Venenblut langsamer fließt, als das Arterienblut (l. c. p. 190, 268. Exp. 90, 93, 96), obgleich Haller im Allgemeinen behauptet, daß das Venenblut zwei oder dreimal langsamer fließe, als das Arterienblut (Op. min. I, 206); doch ohne zu verschweigen, daß beide zuweilen bei Fröschen gleich schnell strömten. Wie bei den Säugethieren und dem Menschen aber überhaupt die Capacität der Venen größer ist, als bei den Amphibien, so ist auch bei ihnen die Venenblutbewegung langsamer. Keil sah bei Säugethieren aus durchschnittenen Schenkelvenen in einer bestimmten Zeit 6 Theile,

und in derselben Zeit aus der Schenkelarterie 15 Theile Blut fließen, wonach Haller wahrscheinlich annahm, daß bei allen Thieren und im Menschen die Venenblutbewegung zwei- bis dreimal langsamer sey, was aber bei den Amphibien gar nicht der Fall ist. Diese Verschiedenheit ist auch in den Lebensaltern des Menschen von Wichtigkeit. Mit der Steigerung des Grades der Venosität des Bluts im spätern Alter ist auch eine Zunahme der Capacität des Venensystems und eine verhältnißmäßig langsamere Bewegung des Venenbluts gegeben, so daß diese Erscheinungen in krankhaftem Uebergewichte hervortreten können, während in den frühesten Lebensaltern diese Verhältnisse sich denen bei Amphibien nähern.

§. 169.

In den Wurzeln des venösen Systems fließt das Venenblut in gleichförmigen Strömen, wogegen es aus den Stämmen der Hohlvene in das Herz, und aus der arteriellen Vene in die Lunge absatzweise bewegt wird, was seinen Grund in der Wirkung des Herzens hat (Spallanzani l. c. Exp. 110). Bei jeder Diastole strömt nämlich durch die irritable Contraction der Hohlvenen das während der Systole hier angesammelte Blut in den Vorhof, wobei die Venen sich merklich durch die Contraction verengern. Während der Systole ist dieser Strom in seinem Fortschreiten gehemmt, und die Hohlvenen dehnen sich wieder aus durch die Ansammlung des nachströmenden Bluts. So sind die Hohlvenen, wie das Herz selbst, in activer Pulsation begriffen. Nicht selten erstreckt sich das absatzweise Zuströmen des Bluts zum Herzen auch auf die größern Venenzweige, z. B. die Armvene. Daher sahen Condret (Journ. comp. du dict. des sciences médicales 35, p. 336) und Legallois (das. 36, p. 71) beim Aderlaß plethorischer Personen auch das Venenblut in remittirenden Absätzen aus der Armvene springen, so daß die Zunahme der Sprünge mit der Diastole des Herzens gleichzeitig war. In den Venenzweigen, denen eine irritable Contraction fehlt, wird häufig eine vom Herzen ausgehende passive Pulsation bemerkt, welche durch ein Zurückstoßen eines Theils des in der Herzkammer enthaltenen Bluts bei der Systole entsteht. Dieser passive Venenpuls erstreckt sich oft bis auf die Drosselvenen durch die obern und bis auf die großen Aeste der untern Hohlvene, und beim bebrüteten Hühnchen sah ich das Zurückströmen bis in den sinus terminalis.

Diese Pulsation ist aber nicht normal, sondern entsteht bei Hemmungen der Respiration oder Verengerungen der arteriellen Vene (Lännec, Auscultation I, 470), indem hierdurch eine so starke Ansammlung des Bluts in den Hohlvenen und dem rechten Herzen und eine Ausdehnung desselben entsteht, daß bei der Systole des Herzens die Klappen nicht schließen, und das Blut zum Theil rückwärts wieder in die Venen getrieben wird. Nach Haller kann schon eine starke Anstrengung oder Anhalten des Athems ein solches Pulsiren der Venen erzeugen.

§. 170.

Vielleicht muß man noch eine dritte Art der Venenpulsation unterscheiden, welche Aehnlichkeit mit der stoßweisen Bewegung des Bluts in den ersten Stadien der Embryonen-Entwicklung und in den ermatteten Fröschen hat, bei denen die Blutbewegung im peripherischen System bis auf einige Verbindungscanäle zwischen Arterien und Venen still steht. Steinbach (Hufelands Journ. d. prakt. Heilk. 1815, 3tes St.) sah einen Krankheitsfall, wo während drei Tagen in einem unentwickelten Wechselfieberzustand alle oberflächlichen Venen gleichzeitig mit den Arterien, und zwar stärker in den feinern Zweigen als in den stärkern Aesten, pulsirten, und Beyer (das. 1824, Suppl., S. 14) beobachtete bei einem Kranken eine so starke Venenpulsation, daß dabei die Zunge und die Augen abwechselnd vor- und zurücktraten. Davy (Salzb. med. Zeit. 1828, 1, S. 48) fand in einem ähnlichen Falle, daß beim Druck einer pulsirenden Vene die Pulsation zwischen dem Druck und dem Herzen verschwand, und daß nach Compression einer Arterie die Pulsation in der entsprechenden Vene aufhörte. In diesen Fällen war der Athem normal, und es wäre möglich, daß sich das peripherische Körpergefäßsystem dabei in einem Zustande, wie bei den ermatteten Fröschen befand, so daß die Herzpulsationen sich auf diese Weise bis zu den Venenwurzeln fortgepflanzt hätten. Denn dieß ist im normalen Zustande des peripherischen Systems unmöglich, und wir sehen das arterielle System der Fische, welches ohne Herz sein Blut vertheilt, schon nicht mehr pulsiren (vergl. Nysten, rech. p. 351), weil sich die Herzwirkung nicht über die Kiemengefäße hinaus erstreckt, und ebenso pulsiren nach Barkows interessanter Beobachtung (Meckels Archiv 1830, S. 16) die Hirncarotiden beim

Schafe nicht mehr, nachdem sie durch das Wundernetz gegangen sind, während sie beim Kaninchen, wo das Wundernetz fehlt, pulsiren. Es ist also nur möglich, daß sich durch einzelne erweiterte peripherische Gefäße der Puls durch die Arterien bis auf die Venen fortpflanzt.

§. 171.

Der venöse Blutstrom bildet, wie der arterielle, eine ununterbrochene Säule, welche das ganze venöse Gefäßsystem von den feinsten Venenwurzeln durch die Stämme und das Herz bis zu den letzten Zweigen der arteriellen Vene anfüllt. Gegen diesen Blutstrom befindet sich das ganze Gefäßsystem in einer immerwährenden Spannung durch die Contractilität der Gefäße, welche den Blutstrom immer dicht umschließt; durch stärkere Zusammenziehung bei Entleerung von Blut und durch stärkere Anspannung und Ausdehnung bei Vermehrung desselben, sowohl wenn diese Veränderungen im ganzen System, als wenn sie in einzelnen Theilen stattfindet. Das Venenblut fließt daher aus einer verwundeten Vene in einem, dem Grade dieser Spannung entsprechenden, bogenförmigen Strahl.

Bei der jedesmaligen Zusammenziehung des Herzens bewegt sich diese Blutsäule um so viel weiter, als der Rauminhalt der Blutmasse, die bei jeder Systole vom rechten Herzen in die arterielle Vene ausgestoßen wird, beträgt; denn eben so viel dringt bei der nächsten Systole aus den Hohlvenen wieder ins Herz. Die Pulsationen des venösen Herzens geschehen bei den Vögeln und Säugethieren gleichzeitig mit dem arteriellen Herzen in der oben beschriebenen Reihe von den Hohlvenen bis zu den Ventrikeln. Ob bei den Sepien, wo die Herzen beider Systeme getrennt sind, die Pulsationen auch gleichzeitig sind, scheint nicht beobachtet zu seyn. Bei dem Aal ist die Pulsation des (venösen) Caudalherzens ganz unabhängig von den Pulsationen des arteriellen Herzens. Das Kiemenherz schlägt 60mal in einer Minute, das Caudalherz 160mal in derselben Zeit nach M. Hall.

§. 172.

Der Mechanismus, durch welchen bei den Herzcontractionen das Blut des venösen Systems weiter bewegt wird, beruht darin, daß durch die irritable Contraction der Hohlvenen das in ihnen an-

gesammelte Blut in den sich erweiternden venösen Ventrikel getrieben wird, indem die aus den Venenstämmen nachstrebende Blutsäule einen Rücktritt des Bluts, ungeachtet keine Klappen zum Verschließen des Vorhofs gegen die Hohlvenen da sind, unmöglich macht, so daß nur der Weg in den Ventrikel offen bleibt. Doch ist das Eindringen von Blut aus dem Vorhof in den Ventrikel nicht allein von der Contraction der Vorhöfe abhängig, sondern der aus den Hohlvenen gegen das Herz andringende Blutstrom dringt schon, bei der Erweiterung der Vorhöfe, durch diese in die Ventrikel, so daß beide sich hintereinander beinahe gleichzeitig anfüllen. Man sieht dieses sehr deutlich in dem durchsichtigen Herzen der Fisch-Embryonen und des bebrüteten Hühnchens, und kann sich die Ursachen dieser Erscheinung leicht aus den in einer Reihe verlaufenden Contractionen und Expansionen der Herzvorhöfe und Ventrikel erklären. So wie nämlich die Expansion in der Hohlvene beginnt, pflanzt sie sich sogleich in einer Reihe auf die Vorhöfe und von den Vorhöfen auf die Herzventrikel fort, so daß alle drei sich wie eine zusammenhängende Erweiterung verhalten, obgleich die Erweiterung nicht in einem Moment in allen zugleich geschieht, und zuerst an den Hohlvenen stark, in den Ventrikeln gering, also kegelförmig ist. Dieser sich folgenden Erweiterung entsprechend, strömt auch das Blut in derselben Reihe durch die Vorkammern unmittelbar in die Herzkammern, ohne erst die Contraction der Vorhöfe abzuwarten. Die Blutsäule bildet, entsprechend der von den Hohlvenen beginnenden und sich bis zum Ventrikel fortsetzenden Erweiterung, einen gegen die, im Moment der stärksten Ausdehnung der Vorhöfe erst wenig ausgedehnten Ventrikel, mit der Spitze gerichteten Kegel, der sich in die sich erweiternden Höhlen ununterbrochen hineinschiebt. Nun folgt die Contractionsreihe, eben so von den Hohlvenen beginnend und sich bis zu den Ventrikeln fortsetzend, so daß die innere Höhle sich nun in derselben Reihe verengert, also in den Hohlvenen und Vorhöfen kegelförmig zugespitzt erscheint, während sie in den Ventrikeln noch erweitert ist, und die in den Höhlen enthaltene Blutsäule dieselbe Form annimmt. Man sieht daher in den durchsichtigen Herzen der Fische und Vogel-Embryonen zwar beide Herzhöhlen immer zugleich gefüllt und wieder leer, allein die in den Höhlen enthaltene Blutsäule hat eine ganz verschiedene Form, indem sie nämlich während der Erweiterung einen mit der Spitze nach vorn

und mit der Basis rückwärts gewendeten, während der beginnenden Contraction aber einen hinten spitzen und vorn breiten Kegel darstellt. Uebrigens erfolgen diese Veränderungen der durch das Herz gehenden Blutsäule so schnell, daß man sie nur bei großer Aufmerksamkeit unterscheidet.

§. 13.

Mit Hülfe der Herzklappen an den venösen und arteriellen Mündungen der Ventrikel wird die durch die Höhle gehende Blutsäule alternirend an beiden Enden abgeschnitten, so daß diese bei der Contraction der Ventrikel von dem einströmenden Theile der Säule getrennt und mit dem ausströmenden Theile verbunden; hingegen bei der Expansion der Ventrikel von der ausströmenden Säule getrennt und mit der einströmenden verbunden ist. Diese Trennung geschieht nicht durch die mechanische Wirkung der Klappen allein, sondern vorzüglich durch die alternirenden Einschnürungen der beiden Ventrikelwandungen gegen die Vorhöfe und die arteriellen Gefäße, welche in Embryonen schon vor aller Klappenbildung bemerkt werden. Die Klappen selbst unterstützen und vollenden diese Einschnürungen nur, und wo die Einschnürungen unvollkommen sind, da können auch die Klappen die Mündung nicht vollständig schließen, wie man bei übermäßigen Erweiterungen des Herzens durch stärkeren Blutandrang, und besonders in Herzkrankheiten, sieht. Die Klappen an den venösen Mündungen des Vogelherzens erscheinen auch fast den Schließmuskeln ähnlich, wie denn überall die Bildung der Klappen in dieser Weise als einfache Einschnürung der Herzmündungen beginnt. Was nun näher die Wirkung der mützenförmigen Klappen beim Menschen betrifft, so hat Burdach (Physiol. 4, 210) über ihr Verhalten weitere Bemerkungen gemacht. Durch die Zusammenziehung der zitzenförmigen Muskeln, welche sich an die Sehnen dieser Klappen setzen, werden, während der Herzcontraction, die Klapper zu einem Trichter aufgespannt und von der Herzwand entfernt, so daß zwischen Klappen und Herzwand sich Blut ergießt, was die Klappen nach der Vorhofsmündung zusammendrängt. Indessen ist es gewiß, daß die Befestigung des Randes der Klappen an den Zitzenmuskeln auch dazu beiträgt, besonders bei stark erweitertem Herzen, wo sich die Mündungen bei der Contraction unvollkommen schließen, daß durch den Andrang des Bluts gegen die

venösen Mündungen die Klappen nicht in die Vorhöfe getrieben werden (Oesterreicher, Kreislauf des Bluts, S. 21), was besonders in der venösen Kammer, deren Mündung in den Vorhof sich wegen stärkerer Erweiterung weniger schließt, nöthig erscheint, weßhalb hier so leicht ein Zurückstoßen des Bluts in die Hohlvenen stattfindet, wodurch in höhern Graden der passive Venenpuls (§. ....) entsteht (Spallanzani, l. c. 199).

§. 174.

Die halbmondförmigen Klappen der arteriellen Mündungen beider Herzen schließen sich auch nur unter Mitwirkung der einschnürenden Contractionen der Mündungen; denn obgleich die Spannung, mit welcher das Blut nach der Herzcontraction gegen die obern Klappenwände drängt, sie gegen die Mitte aufschlägt, so können sie doch bei Erweiterung der Mündung diese nicht vollkommen schließen, so daß man an Embryonen der Vögel dadurch zuweilen das Blut aus den Arterien durch das Herz in die Venen zurückdrängen sieht.

Bei Vögeln und Amphibien finden sich auch an der Einmündung der Hohlvenen in die Vorkammer Klappen. Hier wird also durch eine ähnliche alternirende Wirkung, wie bei den Klappen der Kammern, die das Herz durchströmende Blutsäule in zwei Abtheilungen eingeschnitten, und der Mechanismus scheint dadurch mehr gesichert.

§. 175.

Ob sich das Herz bei der Systole so vollkommen zusammenziehe, daß die Höhlung ganz schwindet und sich alles Blut daraus entleert, oder ob zwischen den Muskelbündeln im Innern ein Theil Blut nach der Contraction zurückbleibe, ist von mehreren Beobachtern untersucht worden. Nach Spallanzani (l. c. Exp. 153, 157, 160, p. 136) bleibt beim Salamander in der Regel etwas Blut nach der Contraction im Herzen zurück, aber bei manchen Individuen ist eine völlige Entleerung. Die durchscheinenden Herzen der Frösche und Fische, auch des bebrüteten Hühnchens, werden nämlich bei der Contraction, nach der Blutentleerung ganz blaß und röthen sich wieder bei der Füllung, so daß man den Lauf des Bluts durch die Wandungen sehen kann. Haller fand an einigen Thieren eine vollkommene, bei andern eine unvollständige Entleerung, und oft bei

demselben Thiere das Verhältniß verschieden; doch nahm er im Allgemeinen eine vollständige Entleerung an, weil der Reiz eines Theils zurückbleibenden Bluts sich der Diastole widersetzen würde (vergl. §. 117, Op. min. Exp. 314, 341). Fontana sagte, daß nach Durchschneidung der Aorta und Unterbindung der Lungenvene bei warmblutigen Thieren nach der Herzcontraction noch etwas Blut in den Kammern zurückbleibe, was freilich auch von unvollständiger Zusammenziehung herrühren konnte (Natur d. thier. Körp., S. 93). Ich finde, daß die Entleerung des Herzens, nach Maßgabe der Ausdehnung des Herzens durch die Blutmasse, bei verschiedenen Zuständen der Thiere, sich verschieden verhält, und daß sogar beide Kammern sich nicht immer gleich hierin verhalten. Im Allgemeinen fand ich nach starkem Blutandrange durch die Hohlvenen, wie bei gehemmter Respiration der Frösche, das Herz sich nur unvollkommen entleeren. Fließt dagegen das Blut stärker aus der arteriellen Mündung ab, und weniger durch die Hohlvene zu, so entleert sich das Herz vollkommen. Bei allgemeiner Plethora wird sich also das Herz unvollständig, bei Blutmangel vollständig entleeren. Es kann sogar seyn, daß bei starker Blutansammlung im venösen und geringerer Blutmenge im arteriellen System sich das venöse Herz unvollständig, das arterielle vollständig in einer und derselben Contraction entleeren kann.

§. 176.

Hiermit scheint das vielbesprochene Verhältniß der verschiedenen Größe beider Kammern, und das Gleichgewicht ihrer Wirkungen auf die Blutströmung in beiden Systemen zum Theil zusammenzuhängen. Wenn bei der größern Geräumigkeit des rechten Herzens dieses sich ebenso wie das linke bei jeder Contraction vollständig entleert, so würde eine größere Menge Blut in die Lungen getrieben, als das kleinere linke Herz in einer gleichen Zahl von Pulsationen weiter bewegen könnte, und beide Herzen könnten sich nicht das Gleichgewicht in der Wirkung auf die Blutströmung halten. Burdach (Physiol. 4, 216) erklärt das Gleichgewicht beider dadurch, daß das rechte Herz einen Theil seines Inhalts bei jeder Contraction wieder in die Venenstämme zurückwerfe, weil der Blutstrom in der engern arteriellen Vene stärkeren Widerstand finde, und somit das Blut durch das Herz in die Hohlvenen zurückstaue, während das

linke Herz bei der geräumigern Aorta diesen Widerstand nicht erfahre, und sich vollständig entleeren kann. Indessen müssen wir uns zu dieser sinnreichen Erklärung doch die Bemerkung erlauben, daß in diesem Fall immer ein passiver Venenpuls bemerkt werden müsse. Auch sieht man, daß ungeachtet der gegen die Hohlvenen engeren arteriellen Vene dennoch durch die Geschwindigkeit der Blutbewegung durch sie eine größere Blutmenge als durch die Hohlvene zufließt, bewegt werden kann, wenn die Attraction des Bluts durch das peripherische System der Lungen während der Inspiration sehr lebhaft ist, denn während der Inspiration bewegt sich die venöse Blutsäule in ihren Zweigen so schnell, daß sich sogleich die Wirkung auf die Hohlvenen erstreckt, die sich dann schneller entleeren. Da nun diese größere Blutmasse sich bei einem unveränderten Rhythmus der Contraction des Herzens durch dasselbe bewegt, so sieht man, daß das Herz allein durch die bestimmte Größe seiner Kammern die Menge von Blut, welche sich hindurch bewegt, gar nicht bestimmt, sondern daß der Zufluß und Abfluß des Bluts durch die Gefäße hierauf den größten Einfluß hat, was nur dadurch möglich ist, daß das Herz auch ohne Blut in die Venen zurückzustoßen sich bei freierem Abflusse vollständig, bei stärkerm Zufluß und gehemmtem Abfluß unvollständig entleert. Nur auf diese Weise scheint sich also jenes Verhältniß auszugleichen, indem durch das arterielle Herz, ungeachtet der größern Kleinheit seines Ventrikels, doch mittelst einer stärkern Strömung der zu- und abfließenden Blutsäule, sich eine eben so große Quantität von Blut bewegen kann, als durch das größere venöse Herz. Denn in der Periode der verstärkten Strömung des Bluts im arteriellen System bei der Exspiration bewegt sich eben so viel Blut durch das arterielle Herz auf die angegebene Weise, als bei der Inspiration durch die verstärkte Bewegung in dem venösen System der Lungen zufloß. Hieraus ist die Nothwendigkeit klar, daß ungeachtet der gleichförmigen Contraction beider Ventrikel dennoch eine ganz ungleiche Geschwindigkeit der Bewegung in ihnen stattfinden muß, indem das Blut bei der Inspiration schneller durch das venöse Herz, bei der Exspiration schneller durch das arterielle Herz läuft.

§. 177.

Auf die Blutbewegung in den Venen hat die Schwere des Bluts wegen der langsameren Bewegung in dem zwischen Herz

und mit der Basis rückwärts gewendeten, während der beginnenden Contraction aber einen hinten spitzen und vorn breiten Kegel darstellt. Uebrigens erfolgen diese Veränderungen der durch das Herz gehenden Blutsäule so schnell, daß man sie nur bei großer Aufmerksamkeit unterscheidet.

§. 13.

Mit Hülfe der Herzklappen an den venösen und arteriellen Mündungen der Ventrikel wird die durch die Höhle gehende Blutsäule alternirend an beiden Enden abgeschnitten, so daß diese bei der Contraction der Ventrikel von dem einströmenden Theile der Säule getrennt und mit dem ausströmenden Theile verbunden; hingegen bei der Expansion der Ventrikel von der ausströmenden Säule getrennt und mit der einströmenden verbunden ist. Diese Trennung geschieht nicht durch die mechanische Wirkung der Klappen allein, sondern vorzüglich durch die alternirenden Einschnürungen der beiden Ventrikelwandungen gegen die Vorhöfe und die arteriellen Gefäße, welche in Embryonen schon vor aller Klappenbildung bemerkt werden. Die Klappen selbst unterstützen und vollenden diese Einschnürungen nur, und wo die Einschnürungen unvollkommen sind, da können auch die Klappen die Mündung nicht vollständig schließen, wie man bei übermäßigen Erweiterungen des Herzens durch stärkeren Blutandrang, und besonders in Herzkrankheiten, sieht. Die Klappen an den venösen Mündungen des Vogelherzens erscheinen auch fast den Schließmuskeln ähnlich, wie denn überall die Bildung der Klappen in dieser Weise als einfache Einschnürung der Herzmündungen beginnt. Was nun näher die Wirkung der mützenförmigen Klappen beim Menschen betrifft, so hat Burdach (Physiol. 4, 210) über ihr Verhalten weitere Bemerkungen gemacht. Durch die Zusammenziehung der zitzenförmigen Muskeln, welche sich an die Sehnen dieser Klappen setzen, werden, während der Herzcontraction, die Klapper zu einem Trichter aufgespannt und von der Herzwand entfernt, so daß zwischen Klappen und Herzwand sich Blut ergießt, was die Klappen nach der Vorhofsmündung zusammendrängt. Indessen ist es gewiß, daß die Befestigung des Randes der Klappen an den Zitzenmuskeln auch dazu beiträgt, besonders bei stark erweitertem Herzen, wo sich die Mündungen bei der Contraction unvollkommen schließen, daß durch den Andrang des Bluts gegen die

venösen Mündungen die Klappen nicht in die Vorhöfe getrieben werden (Oesterreicher, Kreislauf des Bluts, S. 21), was besonders in der venösen Kammer, deren Mündung in den Vorhof sich wegen stärkerer Erweiterung weniger schließt, nöthig erscheint, weßhalb hier so leicht ein Zurückstoßen des Bluts in die Hohlvenen stattfindet, wodurch in höhern Graden der passive Venenpuls (§. ....) entsteht (Spallanzani, l. c. 199).

§. 174.

Die halbmondförmigen Klappen der arteriellen Mündungen beider Herzen schließen sich auch nur unter Mitwirkung der einschnürenden Contractionen der Mündungen; denn obgleich die Spannung, mit welcher das Blut nach der Herzcontraction gegen die obern Klappenwände drängt, sie gegen die Mitte aufschlägt, so können sie doch bei Erweiterung der Mündung diese nicht vollkommen schließen, so daß man an Embryonen der Vögel dadurch zuweilen das Blut aus den Arterien durch das Herz in die Venen zurückdrängen sieht.

Bei Vögeln und Amphibien finden sich auch an der Einmündung der Hohlvenen in die Vorkammer Klappen. Hier wird also durch eine ähnliche alternirende Wirkung, wie bei den Klappen der Kammern, die das Herz durchströmende Blutsäule in zwei Abtheilungen eingeschnitten, und der Mechanismus scheint dadurch mehr gesichert.

§. 175.

Ob sich das Herz bei der Systole so vollkommen zusammenziehe, daß die Höhlung ganz schwindet und sich alles Blut daraus entleert, oder ob zwischen den Muskelbündeln im Innern ein Theil Blut nach der Contraction zurückbleibe, ist von mehreren Beobachtern untersucht worden. Nach Spallanzani (l. c. Exp. 153, 157, 160, p. 136) bleibt beim Salamander in der Regel etwas Blut nach der Contraction im Herzen zurück, aber bei manchen Individuen ist eine völlige Entleerung. Die durchscheinenden Herzen der Frösche und Fische, auch des bebrüteten Hühnchens, werden nämlich bei der Contraction, nach der Blutentleerung ganz blaß und röthen sich wieder bei der Füllung, so daß man den Lauf des Bluts durch die Wandungen sehen kann. Haller fand an einigen Thieren eine vollkommene, bei andern eine unvollständige Entleerung, und oft bei

demselben Thiere das Verhältniß verschieden; doch nahm er im Allgemeinen eine vollständige Entleerung an, weil der Reiz eines Theils zurückbleibenden Bluts sich der Diastole widersetzen würde (vergl. §. 117, Op. min. Exp. 314, 341). Fontana sagte, daß nach Durchschneidung der Aorta und Unterbindung der Lungenvene bei warmblutigen Thieren nach der Herzcontraction noch etwas Blut in den Kammern zurückbleibe, was freilich auch von unvollständiger Zusammenziehung herrühren konnte (Natur d. thier. Körp., S. 93). Ich finde, daß die Entleerung des Herzens, nach Maßgabe der Ausdehnung des Herzens durch die Blutmasse, bei verschiedenen Zuständen der Thiere, sich verschieden verhält, und daß sogar beide Kammern sich nicht immer gleich hierin verhalten. Im Allgemeinen fand ich nach starkem Blutandrange durch die Hohlvenen, wie bei gehemmter Respiration der Frösche, das Herz sich nur unvollkommen entleeren. Fließt dagegen das Blut stärker aus der arteriellen Mündung ab, und weniger durch die Hohlvene zu, so entleert sich das Herz vollkommen. Bei allgemeiner Plethora wird sich also das Herz unvollständig, bei Blutmangel vollständig entleeren. Es kann sogar seyn, daß bei starker Blutansammlung im venösen und geringerer Blutmenge im arteriellen System sich das venöse Herz unvollständig, das arterielle vollständig in einer und derselben Contraction entleeren kann.

§. 176.

Hiermit scheint das vielbesprochene Verhältniß der verschiedenen Größe beider Kammern, und das Gleichgewicht ihrer Wirkungen auf die Blutströmung in beiden Systemen zum Theil zusammenzuhängen. Wenn bei der größern Geräumigkeit des rechten Herzens dieses sich ebenso wie das linke bei jeder Contraction vollständig entleert, so würde eine größere Menge Blut in die Lungen getrieben, als das kleinere linke Herz in einer gleichen Zahl von Pulsationen weiter bewegen könnte, und beide Herzen könnten sich nicht das Gleichgewicht in der Wirkung auf die Blutströmung halten. Burdach (Physiol. 4, 216) erklärt das Gleichgewicht beider dadurch, daß das rechte Herz einen Theil seines Inhalts bei jeder Contraction wieder in die Venenstämme zurückwerfe, weil der Blutstrom in der engern arteriellen Vene stärkeren Widerstand finde, und somit das Blut durch das Herz in die Hohlvenen zurückstaue, während das

linke Herz bei der geräumigern Aorta diesen Widerstand nicht erfahre, und sich vollständig entleeren kann. Indessen müssen wir uns zu dieser sinnreichen Erklärung doch die Bemerkung erlauben, daß in diesem Fall immer ein passiver Venenpuls bemerkt werden müsse. Auch sieht man, daß ungeachtet der gegen die Hohlvenen engeren arteriellen Vene dennoch durch die Geschwindigkeit der Blutbewegung durch sie eine größere Blutmenge als durch die Hohlvene zufließt, bewegt werden kann, wenn die Attraction des Bluts durch das peripherische System der Lungen während der Inspiration sehr lebhaft ist, denn während der Inspiration bewegt sich die venöse Blutsäule in ihren Zweigen so schnell, daß sich sogleich die Wirkung auf die Hohlvenen erstreckt, die sich dann schneller entleeren. Da nun diese größere Blutmasse sich bei einem unveränderten Rhythmus der Contraction des Herzens durch dasselbe bewegt, so sieht man, daß das Herz allein durch die bestimmte Größe seiner Kammern die Menge von Blut, welche sich hindurch bewegt, gar nicht bestimmt, sondern daß der Zufluß und Abfluß des Bluts durch die Gefäße hierauf den größten Einfluß hat, was nur dadurch möglich ist, daß das Herz auch ohne Blut in die Venen zurückzustoßen sich bei freierem Abflusse vollständig, bei stärkerm Zufluß und gehemmtem Abfluß unvollständig entleert. Nur auf diese Weise scheint sich also jenes Verhältniß auszugleichen, indem durch das arterielle Herz, ungeachtet der größern Kleinheit seines Ventrikels, doch mittelst einer stärkern Strömung der zu- und abfließenden Blutsäule, sich eine eben so große Quantität von Blut bewegen kann, als durch das größere venöse Herz. Denn in der Periode der verstärkten Strömung des Bluts im arteriellen System bei der Exspiration bewegt sich eben so viel Blut durch das arterielle Herz auf die angegebene Weise, als bei der Inspiration durch die verstärkte Bewegung in dem venösen System der Lungen zufloß. Hieraus ist die Nothwendigkeit klar, daß ungeachtet der gleichförmigen Contraction beider Ventrikel dennoch eine ganz ungleiche Geschwindigkeit der Bewegung in ihnen stattfinden muß, indem das Blut bei der Inspiration schneller durch das venöse Herz, bei der Exspiration schneller durch das arterielle Herz läuft.

§. 177.

Auf die Blutbewegung in den Venen hat die Schwere des Bluts wegen der langsameren Bewegung in dem zwischen Herz

und Körper gelegenen Theile große Wirkung. Man sieht daher in den untern Extremitäten, in denen das Blut gegen seine Schwere aufsteigen muß, bei längerem Stehen oder Sitzen mit herabhängenden Füßen die Venen von Blutansammlung stark aufschwellen und Blutaderknoten bilden, sowie der Druck des Bluts auf das peripherische System auch zur Entstehung von Oedem und Geschwüren Veranlassung wird. Nach Burdach werden die Arme roth, wenn man sie längere Zeit herabhängen läßt, und sogleich entleeren sich die strotzenden Venen wieder, wenn man sie senkrecht in die Höhe streckt (Physiol. 4, 289). Vom Kopfe scheint der Rückfluß des Bluts durch die Venen erleichtert zu werden, daher bei gebücktem Kopfe leicht Congestionen im Gehirn, Röthe des Gesichts und Schwindel entstehen. Piarry beobachtete bei einem Hunde, daß wenn das Blut aus der geöffneten Jugularvene zu fließen aufhörte, er nur nöthig hatte, den Hinterleib aufzurichten, um die Blutung wieder herzustellen. Wenn bei Verblutung aus der Jugularvene bei einem Hunde die Zeichen der Ohnmacht eingetreten waren, so konnte er durch Erhebung des Hinterleibs und Senkung des Kopfs die Herz- und Athembewegungen und willkürliche Bewegung wiederherstellen (Arch. génér. des méd. XII, 527). Auch Menschen werden nach Aderlässen in sitzender Stellung leichter ohnmächtig, und kommen bei horizontaler Lage leichter zu sich. Der Widerstand, den das peripherische System von dem Drucke des Venenbluts bei gehindertem Abflusse desselben zu leiden hat, erzeugt leicht vermehrte Absonderung aus demselben, und vermehrten Bildungsproceß überhaupt. Die serösen Ausschwitzungen im Zellgewebe der Füße, wodurch bei lange herunterhängenden Füßen Oedem entsteht, scheinen bloß von diesem Drucke herzurühren. Umgekehrt wird die Resorption durch freien Abfluß des Venenbluts sehr erhöht, daher denn nach Aderlässen Gifte viel leichter resorbirt werden. Die Wirkung der schnellen Entleerung von Blut durch Aderlässe bei Entzündungen scheint hiermit zusammenzuhängen. Je stärker nämlich das Venensystem plötzlich entleert wird, desto mehr steigert sich die Resorption überhaupt und in dem entzündeten Theil insbesondere; wogegen bei sehr langsamen Blutentziehungen das Venenblut in dem Maße wieder ersetzt wird, als es ausfließt, so daß es dem peripherischen System immer gleichen Widerstand bietet, und die Resorption wird nicht in

dem Maß erhöht, als bei plötzlichen Entleerungen. Vielleicht trägt das verminderte Athmen im Schlaf auch dadurch zur Erhöhung des Bildungsprocesses bei, daß bei der verminderten Anziehung der venösen Blutsäule durch die Lungen das venöse System dem peripherischen Gefäßsystem des Körpers stärkeren Widerstand darbietet, so daß es länger zurückgehalten wird, und mehr Plasma an die Organe abgibt. Das umgekehrte ist bei erhöhter Respiration, z. E. in sanguinischen Temperamenten.

Ursachen der Blutbewegung im venösen System.

§. 178.

In der arteriellen Vene scheint zwar die mechanische Wirkung der Contraction des Herzens auf das Blut die Hauptursache der Bewegung, da die Bewegung, hier den Pulsationen des Herzens entsprechend, stoßweise geschieht, so daß sich bei jeder Contraction die Gefäße durch das eingetriebene Blut erweitern, und durch Längenausdehnung schlängeln, wie schon Haller und Spallanzani beobachteten. Indeß ist nicht zu übersehen, welchen Einfluß auf die verschiedene Schnelligkeit der Bewegung in der arteriellen Vene das peripherische System der Lungen beim Einathmen hat, während sich die Herzbewegung gleich bleibt, so daß selbst hier das Herz nicht als alleinige Ursache anzusehen ist.

Die Bewegung aus dem peripherischen System des Körpers zum Herzen ist man neuerdings sehr geneigt gewesen, aus einer hydraulischen Einsaugung des Venenbluts aus den Hohlvenen durch die active Erweiterung des Herzens zu erklären (Schubarth, in Gilberts Annalen 1817, 182; Zungenbuehler, de motu sang. per venas. Uebers. im Arch. d. Med. Chir. und Pharm. der Schweizer Aerzte, 3tes Heft, Aarau 1817). Die Gründe, welche man hiefür anführt, sind: die Annahme einer activen Erweiterung des Herzens (Schubarth, Treviranus, Untersuchungen, S. 165); ferner das absatzweise Verengern der Hohlvene und die Einsaugung von Flüssigkeiten durch Röhren, die mit offenen Venen communiciren. Was zunächst die Erweiterung des Herzens betrifft, so ist sie ein überwiegend passiver Zustand, und starke Kraftäußerungen desselben zeigen sich nur in der Contraction; umgekehrt aber ist die pulsirende Verengerung der Hohlvenen eine active Contraction, da sie auch nach dem Ausschneiden fortdauert. Das Blut wird also nicht aus den

Hohlvenen in das Herz gepumpt, sondern von den Hohlvenen durch ihre Contraction ins Herz getrieben. Ferner hatte schon Arnolt (Elemente der Physik, a. d. Engl. I, S. 477) richtig bemerkt, daß die hydraulische Einsaugung harte Röhren erfordere, die durch den Druck der Luft nicht comprimirt werden könnten, und obgleich Berard (Arch. gén. XXII, 170) zu zeigen bemüht war, daß die Venen durch ihre Befestigung an härtere Theile, z. E. die Knochenvenen durch die Beinhaut, die Hirnblutleiter durch die dura mater, die Lebervenen durch die dichte Lebersubstanz offen gehalten werden, so gilt dieß doch nicht für alle Venen, und die Hauptbedingung für die hydraulische Einsaugung, daß nämlich die einsaugende Röhre an dem Ende, wo sie die Flüssigkeit aufnimmt, offen seyn muß, damit bei aufgehobenem Luftdruck an dem einen Ende der Röhre der Druck der Atmosphäre auf die Flüssigkeit diese hineintreiben kann, fehlt bei den Venen ganz, da ihre Mündungen im peripherischen System vollkommen geschlossen sind. Was nun die von Günther und Wedemeyer, von Barry, Magendie und Poiseuille beobachtete Einsaugung von Wasser durch eine mit der offenen Venenmündung eines lebenden Thiers verbundene und mit dem andern Ende unter Wasser gehaltene, elastische Röhre betrifft, so kann dieses gar nicht für eine vom Herzen ausgehende Einsaugung angesehen werden, denn die Wirkung ist vollkommen die eines Hebers, wobei auch die Vene vom Herzen abgeschnitten seyn könnte, wenn nur von dem andern Ende aus der Strom, wie es in den Venen der Fall ist, unterhalten wird; denn da die Luft auf den Wasserspiegel, worin das offene Ende der Röhre steckt, frei drückt, so wird aus dieser die Flüssigkeit freier als aus den Venen in den absteigenden Schenkel des Hebers, der hier durch die Vene gebildet ist, übersteigen. Da das Blut in der Nähe des Herzens absatzweise in den Venen fließt, weil es während der Herzcontraction aufgehalten wird, so kann es auch in dem Heber absatzweise aufsteigen. Barry rechnet mehr auf die einpumpende Wirkung der Respiration (Froriep's Notizen, Nro. 260, 374, 393, 394), die aber bei den durch Kiemen athmenden Thieren nicht stattfinden kann, und in Betreff der physikalischen Bedingungen des Pumpwerks, die in den Venen fehlen, wie so eben gezeigt wurde, nicht wohl möglich ist. Da nun in dem venösen System der Mollusken und Krebse das Blut sowohl ohne Lungen als ohne Herz sich bewegt, so muß man in der

That die physikalische Wirkung beider auf die Einsaugung des Bluts wohl aufgeben. Die mechanischen Verhältnisse des aufgehobenen oder verstärkten äußern Luftdruckes auf die Bewegung überhaupt sind sehr wohl zu verstehen, ohne daß eine hydraulische Saugkraft des Herzens da zu seyn braucht. Der ganze Körper muß so von Luft gleichförmig durchdrungen seyn, daß die in ihm enthaltene Luft dem äußern Luftdruck das Gleichgewicht halten kann; wird dieser äußere Luftdruck aufgehoben, so dehnt sich der innere aus und der Körper schwillt auf, wie ein Frosch unter der Luftpumpe, was gar nicht bloß von der in den Lungen enthaltenen Luft herrührt, sondern von der alle Theile durchdringenden; denn alle Theile schwellen nach aufgehobenem Luftdruck auf. Es ist also natürlich, daß, wenn der äußere Luftdruck an einer Stelle des Körpers aufgehoben wird, z. E. durch einen Schröpfkopf, auch dieser einzelne Theil sich bloß ausdehnen, und daß die auf die übrigen Theile mit dem ganzen Gewichte fortdrückende Luft die Säfte nach diesem ausgedehnten Theile hintreiben wird. In diesem Falle wird gar nicht die Saugkraft des Herzens aufgehoben, wie Barry glaubte, sondern bloß das Gleichgewicht des äußern und innern Luftdruckes überhaupt, und welche Kraft die Säfte auch bewegen möchte, so wird sie immer von diesem aufgehobenen Gleichgewichte des innern und äußern Luftdrucks verändert oder aufgehoben werden können. Dieß ist von Wichtigkeit für das richtige Verständniß des nicht nur vermehrten Blutandrangs nach einem Theile, in dem durch einen Schröpfkopf der Luftdruck aufgehoben ist, sondern auch der behinderten Resorption in diesem Theile, weil alle Flüssigkeit mechanisch dorthin gedrängt wird, mit einer Kraft, welche die lebendigen bewegenden Ursachen überwindet. So kommt es denn, daß die Resorption und die Wirkung der auf eine Wunde gebrachten Gifte durch einen aufgesetzten Schröpfkopf eine Zeit lang, bis sich der Luftdruck wieder ins Gleichgewicht setzt, verhindert werden kann, wie Barry (Arch. gén. de méd. IX, 131) richtig bemerkt, und Kupfer (comment. de vi quam aër, pondere suo in motum sanguinis et in absorptionem exercet, Lips. 1828, 8.) durch viele Versuche bestätigt hat. Allein diese Wirkung der Schröpfköpfe bleibt dieselbe, welche innere Kraft auch die Resorption und Blutbewegung bewirken mag, und sie ist eben so gut mit der Harvey'schen und Spallanzani'schen Vorstellung, nach welcher das Blut durch den mechanischen Impuls

des linken Herzens in den Venen bewegt wird, verträglich, wie mit einer Annahme von der Saugkraft des Herzens, oder mit einer Theorie, die zugleich in lebendigen Ursachen die Bewegung findet.

§. 179.

Man sieht an unterbundenen Venen, daß in der That die Blutströmung zum Herzen von der Peripherie ausgeht, indem das Blut aus den Wurzeln der Venen gegen das Herz andringt und bei Hemmung durch Druck oder Unterbindung die Venen unterhalb der unterbundenen Stelle anschwellen, wie seit den ältesten Zeiten an den Erscheinungen beim Aderlassen bekannt war. In dieser Bewegung wird nun der Blutstrom unterstützt durch die Wirkung der Klappen, welche bei der organischen Contractilität der Venenwände nur die Richtung zum Herzen gestalten, sich aber dem Rückfluß widersetzen. Auch die Contraction der Muskeln kann da, wo die Venen zwischen Muskeln liegen, durch Compression der Venen die Bewegung beschleunigen, wie man an dem verstärkten Blutstrom aus der geöffneten Armvene bei Anstrengungen der Handmuskeln deutlich sieht, daher man sich auch bei Aderlässen solcher Kraftanstrengungen der Handmuskeln bedient, um den Blutstrom zu verstärken. Spallanzani nahm an, daß sich die Wirkungen der Herzcontraction von den Körperarterien aus durch das peripherische System auf die Venen erstrecke. Er stützt sich dabei besonders auf die mit dem Herzschlag intermittirende Bewegung des Venenstroms in der ersten Periode der Frosch- und Vogel-Embryonen und auf die oscillirende Bewegung der Ströme im peripherischen Systeme bei ermatteten älteren Amphibien. Da wir aber gezeigt haben, wie sehr sich diese Zustände, in denen mit dem Gegensatze von Arterien- und Venenblut auch der Gegensatz von Peripherie und Centrum fehlt, von denen gesunder, ausgebildeter Thiere unterscheide, so darf man diese Phänomene auch nicht mehr als Beweise der ausstoßenden Herzwirkung auf die Venen im entwickelten und gesunden Zustande ansehen, was auch Haller schon einleuchtend war. Das Herz hat demnach, sobald der Gegensatz zwischen Peripherie und Centrum ausgebildet ist, auf die Venenblutbewegung nur einen indirecten Einfluß dadurch, daß, je nachdem es dem peripherischen System eine größere oder geringere Menge Blut zuführt, dieses ebenso durch seine selbstthätige Circulation eine dem entsprechende Menge

in das Venensystem ergießen kann. Da jedoch im peripherischen Systeme die Blutmasse sich auch unabhängig ansammeln und auch wieder stärker entleeren kann, als es Zufluß von den Arterien erhält, so hängt die fortstoßende Bewegung in den Venenwurzeln vorzüglich nur von dem directen Einflusse dieses Systems ab. Faßt man also den Zusammenhang der Erscheinungen im Ganzen auf, so liegen die Kräfte der Bewegung in dem venösen System ursprünglich in der lebendigen Attraction des Bluts durch das peripherische System der Lungen aus den Zweigen der arteriellen Vene, und in der gleichzeitigen Repulsion aus dem peripherischen Systeme des Körpers in die Wurzeln der Körpervenen. Durch diese beiden Kräfte wird zuerst die ganze Blutsäule auch in dem Stamme fortbewegt, und die Pulsationen des Herzens dienen nur dazu, die Bewegung zu beschleunigen, denn das Blut wird auch da, wo das Herz zwischen beiden Extremen fehlt, nicht minder (wie bei den Mollusken, Krebsen, herzlosen Mißgeburten u. s. w.) in derselben Richtung bewegt. Daher ist es denn möglich, daß die Herzbewegung selbst durch den vermehrten oder verminderten Andrang des Bluts von der Peripherie des Körpers und durch die vermehrte oder verminderte Anziehung des Bluts nach den Lungen bestimmt und verändert werden kann. So wird bei Anstrengungen des Körpers, wo bei stärkerem Verbrauche des Bluts in der Peripherie, und dem dadurch gesteigerten Bedürfnisse der Respiration das Blut stärker in die Venen andrängt, und auch stärker von den Lungen angezogen wird, so daß eine verstärkte Bewegung der Blutsäule zwischen Lungen und Körper eintritt, auch in Folge des stärkern Zuflusses des Bluts zum Herzen die Herzbewegung selbst vermehrt, und im umgekehrten Falle vermindert. Es ist nicht das Herz, dessen Pulsationen hier ursprünglich sich verstärken und die Blutbewegung beschleunigen, sondern vielmehr die beiden peripherischen Gefäßsysteme, welche seine erhöhte Thätigkeit erst später hervorrufen. Auf der andern Seite dürfen wir nicht übersehen, daß durch Einfluß des Nervensystems auf die Herzbewegung diese auch in andern Fällen sich ursprünglich verändern, und auf die Vermehrung oder Verminderung der Blutströmung in den Gefäßen, je nach seinem verschiedenen Erregungszustande, einwirken kann, wie wir dieß an den Veränderungen der Blutbewegung in Leidenschaften sehen; allein wir haben oben gezeigt, daß selbst nach ganz erloschener Herzbewegung die Blutbe-

wegung allein durch die Wirkung des peripherischen Systems in den Venen noch fortdauern kann. Das venöse und das arterielle System scheinen sich, in Bezug auf die entgegengesetzte Einwirkung des peripherischen Systems auf die Herzbewegung, und der Herzbewegung auf das peripherische System umgekehrt zu verhalten, indem im venösen Systeme der Einfluß des peripherischen Systems auf das Herz, im arteriellen System der indirecte Einfluß des Herzens auf das peripherische System im Ganzen überwiegend erscheint, obgleich der Gegensatz in beiden Systemen derselbe bleibt.

Blutbewegung im Pfortadersystem.

§. 180.

Die Blutbewegung in der Pfortader hat, sowohl in ihren Erscheinungen als in ihren Ursachen, Aehnlichkeit mit der Circulation im ganzen venösen System, wo es ohne Herz ist, wie bei den Krebsen und vielen Molusken, indem die Wurzeln der Venen des Systems der Verdauungsorgane sich in einen Stamm sammeln, der ohne Herz das Blut wieder durch Zweige in das peripherische Gefäßsystem der Leber verbreitet. Man kann das Pfortadersystem als eine Wiederholung des ganzen Venensystems im Venensystem der Digestionsorgane betrachten, wie sich auch das Nervensystem als sympathischer Nerv in den Organen des vegetativen Lebens wiederholt. Doch scheint das Pfortadersystem von dem übrigen Venensysteme nicht so vollkommen abgeschlossen, wie das gesammte venöse vom arteriellen System. Nach Breschet finden sich größere Verbindungsäste zwischen der vena mesenterica minor s. haemorrhoidalis interna, einer Wurzel der Pfortader aus den untern Theilen des Dickdarms und der untern Hohlvene, und nach Retzius brieflicher Mittheilung an J. Müller (Physiol. 1, 174) haben die Venen des ganzen queren und linken Theils des Dickdarms, welche Wurzeln der Pfortader bilden, mit der untern Hohlvene Gemeinschaft. Die Verbindung der v. haemorrhoidalis interna mit den Zweigen der v. cava inferior am After hat auch Schlemm beobachtet (s. Müller Phys. 1, 174). Im Ganzen sind es aber nur die Venen des hintern Endes des Dickdarms, welche mit der untern Hohlvene beim Menschen Gemeinschaft haben, und in diese Blut zurückführen können. Dagegen geht bei den Amphibien auch das Blut der hintern Extremitäten der Bauchmuskeln zum Theil in die

Wurzeln der Pfortader über, nach Jacobson und Nicolai. Diese Verhältnisse scheinen deßhalb wichtig, weil beim Menschen, wo die Resorption im untern Theile des Dickdarms fast verschwindet, schon die Venen von hier zur Hohlvene gehen, dagegen bei Amphibien, wo eine starke, auf die Ernährung Bezug habende, Hautresorption stattfindet, auch die Venen der Haut in die Pfortader übergehen. Das Blut der Pfortader kann natürlich ohne Nachtheil viel fremdartigere Stoffe, sey es durch Resorption oder durch unmittelbare Einspritzung, aufnehmen, als das Blut der übrigen Venen, weil diese Stoffe beim Durchgange durch das peripherische System der Leber noch verarbeitet, und dadurch unwirksam gemacht werden können, während sie im allgemeinen Venensysteme leicht heftige Reactionen veranlassen. Nach Magendie (précis élém. de physiol. ed. 4me p. 245) entsteht nach Einspritzung von Galle, Oel u. dgl. in die Cruralvene leicht der Tod durch Erstickung, dagegen kann ohne merklichen Nachtheil dieselbe Quantität solcher Flüssigkeiten in die Pfortader gespritzt werden. Hiermit scheint zusammenzuhängen, daß gewisse narkotische Arzneien, wie Opium und Tabak, viel schwächere Reactionen hervorbringen, wenn sie in den Magen, als wenn sie in den Mastdarm gebracht werden. Die Venen des Mastdarms nämlich führen die fremdartigen Stoffe, welche sie resorbiren, direct in das allgemeine Venensystem, ohne daß sie zuvor verarbeitet werden könnten, und sie üben hier ihre fremdartige Einwirkung im ganzen Umfang aus. Dagegen werden die aus dem Magen und dem übrigen Theile des Darmcanals durch die Wurzeln der Pfortader resorbirten Stoffe durch die Pfortader erst in die Leber geführt, in deren peripherischem Gefäßsysteme sie ihre nachtheiligen Wirkungen vor dem Uebergang in die Hohlvenen zum Theil zu verlieren scheinen.

Die Eigenthümlichkeiten des Pfortaderbluts, welche wir nach eigenen Untersuchungen (§. 63—75) dargestellt haben, scheinen mit der Natur der Bewegung des Bluts in diesem System und dessen besonderm Zweck innig zusammenzuhängen. Das Pfortaderblut enthält verhältnißmäßig weniger organisirtes Plasma, als das Arterien- und Venenblut, daher eine geringere Menge nach der unvollkommenen Gerinnung gebildeter Fibrine; aber in allen seinen Bestandtheilen eine viel größere Menge eines eigenthümlichen braunen Fetts und eine überwiegende Menge von Farbestoff und ver-

hältnißmäßig weniger Eiweiß von ebenfalls eigenthümlicher Qualität. Das ganze Blut ist wässeriger, und gerinnt wegen der unvollkommenen Bildung des Plasma nur unvollständig und im höhern Grade gar nicht. Es ist von Interesse, den Ursprung dieser Eigenthümlichkeit des Pfortaderbluts, ferner ihren Zweck und den Einfluß, den sie auf die Bewegung desselben hat, näher zu betrachten.

§. 181.

Die Entstehung dieser Eigenthümlichkeiten hat das Pfortaderblut offenbar seiner Quelle, dem Darmcanal, und den lymphatischen Drüsen oder Lymphgefäßen desselben, so wie der Milz, zu verdanken. Die Organisirung und Belebung des im Darmcanale bereiteten und des aus dem Blute wieder in die Milch abgelagerten Milchsaftes erfordert vorzüglich die Mitwirkung des Plasma im Blute, nach dessen Verbrauch also eine verhältnißmäßig größere Menge von Blutbläschen im Blute zurückbleibt, unter denen sich vorzüglich diejenigen, deren Kerne durch Metamorphose in Plasma, nach der oben (§. 31) dargestellten Weise absorbirt, und die dadurch in leere, mit Farbestoff imprägnirte Hüllen umgewandelt worden sind, im Pfortaderblut anzusammeln scheinen, um das Uebergewicht an Farbestoff zu erzeugen. Der größere Fettgehalt scheint durch Resorption entweder aus dem Chylus des Darmcanals oder aus den Milchgefäßen erzeugt zu werden, doch muß die schwarze verkohlte Beschaffenheit dieses Fettes und seine Verbindung mit dem Cruor und dem Plasma (anstatt im Chylus und dem übrigen Blut, hier das weiße Fett mehr dem Eiweiß angehört) auch mit der Metamorphose des Farbestoffs in den Blasenhüllen und der Bildung des Plasma aus den Centraltheilen der Bläschen zusammenhängen, eben weil das reine Fett des Chylus nicht schwarz und fest, sondern durchsichtig und flüssig erscheint.

§. 182.

Der Zweck dieser Eigenthümlichkeiten des Pfortaderblutes bezieht sich offenbar auf die Gallenabsonderung, durch welche der größere Fettgehalt und der Farbestoffgehalt der Bläschen aus dem Pfortaderblut entfernt wird, weil beide sonst mit in das Venen- und Arterienblut übergeführt, und darin ebenso gefunden werden müßten. Die Bestandtheile der Galle, der bittere, kohlenstoffige Gal-

lenstoff und das Gallenfett und die Oelsäure werden also wahrscheinlich aus jenen Stoffen im Pfortaderblut durch leichte Metamorphosen gebildet. Die Art, wie der Farbestoff aus den Bläschen hierbei in die Secretionscanäle der Leber übergeführt wird, scheint zum Theil durch die mehr wässerige Beschaffenheit des Pfortaderbluts bedingt, welche es möglich macht, daß ein Theil des Farbestoffs sich im Plasma des Bluts chemisch auflöst, wie man denn wirklich das Plasma und das Serum des Pfortaderbluts gewöhnlich von chemisch aufgelöstem Farbstoffe mehr oder weniger geröthet findet. Auf diese Weise kann sowohl der Farbstoff als das mit ihm verbundene Fett leicht durch die Wandungen der peripherischen Gefäße der Leber in die Gallengänge dringen, und bei diesem Uebergang in die Gallenbestandtheile metamorphosirt werden.

§. 183.

Der Einfluß, den jene Eigenthümlichkeiten des Pfortaderbluts auf seine Bewegung haben, ist leicht zu erachten. Wir haben gesehen, daß es vorzüglich der organisirte Theil des Bluts, das Plasma, ist, durch dessen lebendige Wechselwirkung mit den Gefäßen die peripherische Blutbewegung bestimmt wird. Die bewegende Kraft des Bluts wird also zunehmen, je größer der Gehalt desselben an Plasma ist. Da nun das Pfortaderblut nur einen geringen Plasmagehalt hat, so wird seine bewegende Kraft auch vermindert seyn, weil die lebendige Anziehung des Plasma gegen die Gefäßwände verringert ist, so daß also die repellirende Bewegung, mit welcher das Blut in die Wurzeln der Pfortader aus dem peripherischen Systeme getrieben wird, schwächer als in den übrigen Venen seyn muß. Spallanzani fand die Bewegung in der Gekrösvene des Frosches viel langsamer, als in den Kopfvenen, und noch langsamer die Bewegung in den Milzvenen (l. c. p. 179, 269). Aehnlich auch Wedemeyer (Meckels Archiv 1828, S. 349). Es hat mir bei vergleichenden Experimenten an eben getödteten Säugethieren auch geschienen, daß die Spannung, mit welcher das von den Wurzeln andringende Blut, nach Unterbindung des Pfortaderstammes unter der Leber, diese Vene ausdehnt, viel geringer ist, als bei Unterbindung der Venen der Extremitäten und selbst der Jugularvene; denn die so durch Blut angespannte Pfortader ergießt beim Anstechen nicht in einem so starken Strome das Blut, als die

übrigen Venen, obgleich man sich leicht überzeugt, daß die repellirende Kraft des peripherischen Systems in die Pfortaderwurzeln sonst in ähnlicher Weise noch lange nach dem Tode, wie bei den übrigen Venen, stattfindet. Indeß ist die repellirende Wirkung des peripherischen Systems in die Wurzeln der Pfortader nur die eine Hälfte der bewegenden Kraft, welche die ganze Blutsäule forttreibt; die andere Hälfte ist die attrahirende Wirkung der Blutsäule aus den Zweigen der Pfortader durch das peripherische System der Leber. Obgleich nun in diesem die bewegende Kraft des Pfortaderblutplasma nicht größer ist, als in den Wurzeln, so kommt doch hier noch eine verstärkende Wirkung auf die Bewegung durch die Absonderung der Galle hinzu. Wir haben nämlich gesehen, daß durch die theilweise Entleerung der peripherischen Gefäße beim Bildungsproceß überhaupt die Anziehung des Bluts aus den zuführenden Gefäßzweigen sehr vermehrt wird, indem das nachströmende Blut den durch Absonderung verlornen Theil sogleich zu ersetzen strebt. Diese Wirkung muß nun in der Leber in einem sehr hohen Grade stattfinden, weil die Menge der Galle, welche hier aus dem Blut abgesondert wird, sehr groß ist, und mithin die Menge der Flüssigkeit, welche sich zu diesem Zweck aus dem Blut entfernt, dazu beiträgt, die anziehende Wirkung des peripherischen Systems der Leber aus den Zweigen der Pfortader sehr zu verstärken, so daß hierdurch gewissermaßen die verminderte bewegende Kraft, von den Wurzeln aus, wieder ersetzt wird.

§. 184.

Durch eine Steigerung der Gallenabsonderung, in der Periode erhöhter Digestion, muß also die Bewegung des Pfortaderbluts auf ähnliche Art vermehrt werden, wie die Bewegung in der arteriellen Vene beim Einathmen. Umgekehrt muß eine Hemmung der Gallensecretion die Bewegung des Pfortaderbluts auch aufhalten, welche Hemmung natürlich direct von den Zweigen auf die Wurzeln sich fortpflanzt. Es sind also zwei Ursachen, die besonders bei krankhaften Zuständen der Digestionsorgane auf die Hemmung der Pfortaderblutbewegung, welche unter dem Namen der Stockungen des Bluts von den Aerzten immer richtig vorausgesetzt, wenn auch nicht erklärt worden ist, einwirken können: die Störungen der Gallenabsonderung und die Steigerung des schon im gesunden Zustande

vorhandenen Mangels an Plasticität im Pfortaderblute, deren Ursachen wir anderswo (de alimentorum concoctione, exp. nova, p. 93—95) auseinander gesetzt haben. Je langsamer nun die Bewegung des Bluts in der Pfortader wird, desto mehr wird die Schwere des Bluts selbst das Aufsteigen zur Leber hindern oder erschweren, und wie wir am eben angeführten Orte dargestellt haben, kann beim Menschen eine senkrechte Lage des Körpers, wodurch diese Wirkung der Schwere des Bluts großentheils aufgehoben wird, die Blutbewegung in der Pfortader sehr erleichtern. Die langsamere Bewegung des Pfortaderbluts bei Stockungen hat nothwendig eine stärkere Blutansammlung in diesem System überhaupt zur Folge, die sich im spätern Alter um so mehr steigert, als die Dickdarmdigestion erhöht wird, so daß der Blutreichthum in der Pfortader in gleichem Verhältnisse mit der Langsamkeit der Bewegung zunimmt.

§. 185.

Immer scheint mit der krankhaft verminderten Bewegung des Bluts in der Pfortader ein Phänomen zusammenzuhängen, das man zwar nur indirect beweisen kann, aber aus dem Zusammenhange mit andern Phänomenen als wirklich vorhanden angenommen werden muß. Ich meine nämlich das Senken der Blutbläschen im Plasma in der Pfortader des lebenden Menschen selbst. Da das Pfortaderblut einen sehr hohen Grad von Venosität besitzt, und also die mit Farbestoff imprägnirten Blutbläschen hier den höchsten Grad von specifischer Schwere haben, aber das Plasma wegen seines geringen Gehalts an organischen festen Theilen, und seiner großen Wässerigkeit, nur eine sehr geringe specifische Dichtigkeit besitzt, so sind die Bedingungen des Senkens der Bläschen hier am stärksten vorhanden. Bewegt sich das Blut schnell, wie in den übrigen Venen und den Arterien, so werden freilich auch in einem sehr venösen Blute die Bläschen keine Zeit gewinnen, sich zu senken; wo aber, wie in der Pfortader, die beiden Bedingungen: einer fast bis zur Ruhe verlangsamten Bewegung, und eine, im Verhältnisse zum Plasma, vermehrte specifische Schwere der Bläschen zusammenkommen, da wird ein theilweises Senken der Bläschen und eine Ansammlung derselben in den untern Wurzeln des Pfortadersystems unvermeidlich seyn. Indem nun die Anhäufung von Blutbläschen in den untern Theilen nothwendig eine, ihrem Volumen entsprechende Menge von Plasma aus der Stelle drängt, so wird dadurch

die Schwere der zu bewegenden Masse in demselben Verhältnisse vermehrt, wie die bewegende Kraft des Bluts vermindert wird, und dieser Zustand scheint es eigentlich zu seyn, der die krankhaften Stockungen des Bluts im Unterleib in den höhern Graden bedingt, durch welche die Hämorrhoiden erzeugt werden. Das Blut senkt sich am Ende beinahe mit dem ganzen Gewichte seiner Schwere in den Wurzeln der Venen, dehnt diese allmählich aus, nimmt durch die Stockung selbst einen immer mehr venösen Charakter an, und erzeugt entweder passive Blutungen oder varicose Anschwellungen. Vielleicht hängen die Varices an den Venen der untern Extremitäten ebenfalls mit einem Senken der Bläschen, bei sehr langsamer Bewegung des Bluts, zusammen. Da aber hier die Klappen in den Venen vorhanden sind, so werden die Bläschen verhindert, sich bis in die Wurzeln nach unten zu senken, sondern sammeln sich in den Taschen der Klappen an, und bewirken hier die stellenweisen passiven Ausdehnungen. Hätte die Pfortader Klappen, so würde in ihr wahrscheinlich Aehnliches geschehen, und dadurch, indem das Blut in den Zweigen mitten zwischen den Eingeweiden stockte, und seine Venosität vermehrte, gewiß heftigere Zufälle (Hämatemesis u. s. w.) erregen, als die Hämorrhoiden. Bei Thieren finden, wegen der horizontalen Lage der Pfortader, diese Verhältnisse weniger statt, daher denn auch die Milzvenen vieler Säugethiere (der Pferde, Schweine, Hirsche, Schafe) Klappen haben (Highmore, corp. hum. disq. anat. Hag. 1651, fol. p. 64, Tab. 6, 7).

§. 186.

Die Stockungen des Bluts in den Wurzeln der Pfortader wirken hemmend auf die Bewegung in dem peripherischen System, aus welchem sie ihren Ursprung nehmen, und dadurch entsteht eine Rückwirkung auf die hier einmündenden Arterienzweige, so daß die durch den Andrang des Bluts aus denselben bewirkte Reizung die entzündlichen Zufälle bei Hämorrhoidalaffectionen erregen kann.

Nun hängt mit dem Senken der Blutbläschen des stockenden Pfortaderbluts in die Wurzeln noch der Umstand zusammen, daß das Plasma des Pfortaderbluts, mit einer geringern Menge von Bläschen angeschwängert, nach der Leber bewegt wird. Wenn nun, wie es doch der Zusammenhang aller Erscheinungen höchst wahrscheinlich macht, der Farbestoff der Bläschen einen wesentlichen

Antheil an die Gallenabsonderung hat, so ist es natürlich, daß dieser aus Mangel an dem bildenden Stoff im Blute, woraus die Galle erzeugt wird, entweder überhaupt vermindert oder krankhaft abgeändert wird. Es kann zuerst eine bloße verminderte Concentration der Gallenstoffe in der Galle, also eine bloß verdünnte, wässerige Galle seyn, die diese Abänderung bedingt, aber später auch in qualitative Veränderungen übergeht. Dieß muß um so mehr stattfinden, jemehr bei fließenden Hämorrhoiden von dem stockenden Blut ausgeleert wird, indem gerade derjenige Theil des Bluts, welcher zur Gallenabsonderung am meisten erforderlich ist, auf diese Weise der Leber entzogen wird. Wie nun solche perverse Gallenabsonderung wieder auf den Digestionsproceß und den Zustand des Bluts im peripherischen Systeme des Unterleibs durch die perverse Blutbildung überhaupt zurückwirkt, ist leicht einzusehen und so zu erklären, wie die Veränderungen der Blutbewegung im Pfortadersystem gewissermaßen das Steuerruder sind, wodurch das ganze übrige Circulationssystem mehr oder weniger regiert wird.

II. Blutbewegung im arteriellen System.

§. 187.

Das arterielle System bildet ebenfalls eine ununterbrochene, zusammenhängende Blutsäule, die sich in entgegengesetzter Richtung mit dem venösen Systeme von ihren Wurzeln im peripherischen Systeme der Lungen zu ihren Zweigen im peripherischen Systeme des Körpers bewegt. Ein allgemeiner Unterschied beider liegt zunächst nur darin, daß das Herz in diesem Systeme den Wurzeln näher liegt, und durch seine Pulsationen auf die nach der Peripherie des Körpers gehenden Zweige wirkt, was im Venensystem umgekehrt ist. Auch hat das arterielle Herz, durch seine größere Muskelstärke, einen bedeutendern Einfluß auf den Mechanismus der Bewegung, als im venösen Systeme. Sonst verhält sich im Wesentlichen die Blutbewegung in dem Lungentheile dieses Systems (in der venösen Arterie), ähnlich wie in dem Körpertheile des venösen (nicht pulsirend), und umgekehrt ist die Bewegung im Körpertheile des arteriellen Systems (Aortensystem mit den Arterien) der Bewegung im Lungentheile des venösen (der arteriellen Vene) ähnlich (pulsirend).

die Schwere der zu bewegenden Masse in demselben Verhältnisse vermehrt, wie die bewegende Kraft des Bluts vermindert wird, und dieser Zustand scheint es eigentlich zu seyn, der die krankhaften Stockungen des Bluts im Unterleib in den höhern Graden bedingt, durch welche die Hämorrhoiden erzeugt werden. Das Blut senkt sich am Ende beinahe mit dem ganzen Gewichte seiner Schwere in den Wurzeln der Venen, dehnt diese allmählich aus, nimmt durch die Stockung selbst einen immer mehr venösen Charakter an, und erzeugt entweder passive Blutungen oder varicose Anschwellungen. Vielleicht hängen die Varices an den Venen der untern Extremitäten ebenfalls mit einem Senken der Bläschen, bei sehr langsamer Bewegung des Bluts, zusammen. Da aber hier die Klappen in den Venen vorhanden sind, so werden die Bläschen verhindert, sich bis in die Wurzeln nach unten zu senken, sondern sammeln sich in den Taschen der Klappen an, und bewirken hier die stellenweisen passiven Ausdehnungen. Hätte die Pfortader Klappen, so würde in ihr wahrscheinlich Aehnliches geschehen, und dadurch, indem das Blut in den Zweigen mitten zwischen den Eingeweiden stockte, und seine Venosität vermehrte, gewiß heftigere Zufälle (Hämatemesis u. s. w.) erregen, als die Hämorrhoiden. Bei Thieren finden, wegen der horizontalen Lage der Pfortader, diese Verhältnisse weniger statt, daher denn auch die Milzvenen vieler Säugethiere (der Pferde, Schweine, Hirsche, Schafe) Klappen haben (Highmore, corp. hum. disq. anat. Hag. 1651, fol. p. 64, Tab. 6, 7).

§. 186.

Die Stockungen des Bluts in den Wurzeln der Pfortader wirken hemmend auf die Bewegung in dem peripherischen System, aus welchem sie ihren Ursprung nehmen, und dadurch entsteht eine Rückwirkung auf die hier einmündenden Arterienzweige, so daß die durch den Andrang des Bluts aus denselben bewirkte Reizung die entzündlichen Zufälle bei Hämorrhoidalaffectionen erregen kann.

Nun hängt mit dem Senken der Blutbläschen des stockenden Pfortaderbluts in die Wurzeln noch der Umstand zusammen, daß das Plasma des Pfortaderbluts, mit einer geringern Menge von Bläschen angeschwängert, nach der Leber bewegt wird. Wenn nun, wie es doch der Zusammenhang aller Erscheinungen höchst wahrscheinlich macht, der Farbestoff der Bläschen einen wesentlichen

Antheil an die Gallenabsonderung hat, so ist es natürlich, daß dieser aus Mangel an dem bildenden Stoff im Blute, woraus die Galle erzeugt wird, entweder überhaupt vermindert oder krankhaft abgeändert wird. Es kann zuerst eine bloße verminderte Concentration der Gallenstoffe in der Galle, also eine bloß verdünnte, wässerige Galle seyn, die diese Abänderung bedingt, aber später auch in qualitative Veränderungen übergeht. Dieß muß um so mehr stattfinden, jemehr bei fließenden Hämorrhoiden von dem stockenden Blut ausgeleert wird, indem gerade derjenige Theil des Bluts, welcher zur Gallenabsonderung am meisten erforderlich ist, auf diese Weise der Leber entzogen wird. Wie nun solche perverse Gallenabsonderung wieder auf den Digestionsproceß und den Zustand des Bluts im peripherischen Systeme des Unterleibs durch die perverse Blutbildung überhaupt zurückwirkt, ist leicht einzusehen und so zu erklären, wie die Veränderungen der Blutbewegung im Pfortadersystem gewissermaßen das Steuerruder sind, wodurch das ganze übrige Circulationssystem mehr oder weniger regiert wird.

II. Blutbewegung im arteriellen System.

§. 187.

Das arterielle System bildet ebenfalls eine ununterbrochene, zusammenhängende Blutsäule, die sich in entgegengesetzter Richtung mit dem venösen Systeme von ihren Wurzeln im peripherischen Systeme der Lungen zu ihren Zweigen im peripherischen Systeme des Körpers bewegt. Ein allgemeiner Unterschied beider liegt zunächst nur darin, daß das Herz in diesem Systeme den Wurzeln näher liegt, und durch seine Pulsationen auf die nach der Peripherie des Körpers gehenden Zweige wirkt, was im Venensystem umgekehrt ist. Auch hat das arterielle Herz, durch seine größere Muskelstärke, einen bedeutendern Einfluß auf den Mechanismus der Bewegung, als im venösen Systeme. Sonst verhält sich im Wesentlichen die Blutbewegung in dem Lungentheile dieses Systems (in der venösen Arterie), ähnlich wie in dem Körpertheile des venösen (nicht pulsirend), und umgekehrt ist die Bewegung im Körpertheile des arteriellen Systems (Aortensystem mit den Arterien) der Bewegung im Lungentheile des venösen (der arteriellen Vene) ähnlich (pulsirend).

§. 188.

Die Verschiedenheit der Schnelligkeit der Bewegung des Bluts im Lungen- und Körpertheile des arteriellen Systems ist aber hier nicht so groß, als im venösen Systeme, weil die Capacität der venösen Arterien, im Verhältnisse zu den Körperarterien, nicht nur nicht so groß, sondern sogar kleiner ist, als die Capacität der Körpervenen im Verhältnisse zur arteriellen Vene. Die vier venösen Arterien zusammengenommen sind enger, als selbst die beiden Aeste der arteriellen Vene. Nach Aurivillius (de inaequali vasorum pulm. et cord. amplitudine, Gotting. 1750) verhalten sich beide wie 11:12, nach Haller (el. phys. III, 169) sogar wie 9:12. Diesen Berechnungen scheint zwar ein Irrthum zum Grunde zu liegen, weil die venöse Arterie sich wie die Hohlvene nach dem Tode stark zusammenzieht, aber die arterielle Vene durch die Elasticität ihres Gewebes ausgedehnt bleibt; allein nach meiner Schätzung übertreffen doch die mit Blut gefüllten venösen Arterien zusammengenommen bei einem eben getödteten Hund an Capacität die Aorta wenig oder gar nicht, obgleich sie größer sind, als die arterielle Vene, was auch schon Spallanzani sah (l. c. Exp. 90). Hiernach wird also die Geschwindigkeit der Blutströmung in der venösen Arterie derjenigen in der Aorta ziemlich gleich kommen.

§. 189.

Die Blutströmung scheint in allen Theilen des arteriellen Systems, die kleinsten Verzweigungen abgerechnet, stoßweise oder absatzweise, entsprechend den Herzpulsationen, so daß sowohl in der venösen Arterie als in den Körperarterien diese Absätze zu bemerken sind. Man sieht nämlich bei jeder Herzpulsation auch die ganze venöse Arterie sich alternirend zusammenziehen und erweitern, wie der Stamm der untern Hohlvene, so daß der Blutstrom bei jeder Erweiterung, durch Hemmung vom Herzen aus, anhält, bei jeder Contraction sich in den Herzvorhof weiter bewegt. Natürlich alternirt aber die Intermission diesseits und jenseits des Herzens; denn in der Aorta rückt der Strom bei der Contraction des Herzens weiter, und hält während der Expansion an, indem sich die Blutsäule auf die halbmondförmigen Klappen stützt; in der venösen Arterie rückt der Strom bei der Expansion weiter, und ist bei der Contraction aufgehalten.

Die stoßweise Bewegung in den Arterien erkennt man auch beim Durchschneiden derselben an lebenden Thieren und Menschen, wo das Blut in Absätzen ausströmt, doch nimmt diese absatzweise Bewegung gegen die Peripherie im geraden Verhältnisse mit dem Durchmesser der Arterien ab, wie schon Spallanzani sah (l. c. p. 159), und aus den feinern Zweigen springt das Blut in einem gleichförmigen Strom, und nicht mehr in Absätzen, doch fließt das Blut nach Spallanzani in den mittlern Stämmen während der Systole des Herzens etwas schneller, als während der Diastole. Durchs Mikroskop sieht man in den feinen Arterien ebenfalls eine gleichförmige Strömung.

§. 190.

Der ganze Blutstrom in dem arteriellen System ist mit den Gefäßen, besonders in den Körperarterien, in einer viel stärkern Spannung als im venösen Systeme, was durch die Derbheit und Elasticität der faserigen Arterienhaut, und durch die stärkern Muskelwandungen des arteriellen Herzens bewirkt wird, indem die Blutsäule mit größerer Gewalt durch das Herz in die Arterien getrieben wird, und die Arterien mit starker Elasticität auf den durchdringenden Blutstrom zurückwirken, oder ihm widerstehen. Die ganze Blutsäule von einem Ende zum andern hat dadurch, daß sich das Blut in einem viel stärkern Grade der Compression befindet, als in dem venösen System, einen viel gleichförmigern Zusammenhang, und die Veränderungen der Bewegung pflanzen sich von einem Ende zum andern ununterbrochen fort, anstatt in dem Venensystem eine viel ungleichförmigere Bewegung in den einzelnen Theilen stattfinden kann, weil die Wandungen dem Andrange von Blut überall leicht nachgeben. In verwundeten Arterien strömt daher das Blut auch rückwärts von den Zweigen zur Wunde zurück, und ergießt sich zugleich mit dem vom Herzen kommenden Strom aus der Wunde (Spallanzani l. a. p. 312). Die starke Compression, in welcher sich die arterielle Blutsäule durch die elastische Spannung der Arterienhäute befindet, dauert in der Systole und Diastole des Herzens gleichmäßig fort, und ungeachtet sich das Blut in den größern Gefäßen stoßweise durch die Herzcontractionen bewegt, so strömen doch die verwundeten Arterien durch ihren elastischen Druck auf das Blut auch während der Diastole des Herzens Blut aus

(Haller, op. min. II, 224. Fontana, Natur des thier. Körp. S. 85. Steinbach in Hufelands Journ. 1815, S. 9. Weber in Hildebrands Anatomie III, S. 70). Die Idee von Rosa (Giorn. per servire alla storia raggionata della medicina, T. 1, p. 149, 185), welche bei Mehreren Anklang gefunden hat (Krimer Phys. des Bluts), nach welcher die Arterien an den pulsirenden Stellen Luft enthalten sollten, beruht auf der ganz unrichtigen Vergleichung mit der Anfüllung der Arterien durch Luft nach dem Tode, was allein durch ein physikalisches Absondern der alle Theile nothwendig durchdringenden und von ihnen im Leben gebundenen Luft herrührt, indem die Theile beim Absterben und Abkühlen sich zusammenziehen. Sobald im Leben freie Luft in die Gefäße kommt, entsteht sogleich durch die Agitation des Bluts im Herzen und den Lungen ein Schäumen, das um so weniger normal seyn kann, als die Thiere leicht daran sterben. Haller und Fontana hatten jene Ansicht schon widerlegt.

§. 191.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Blut im Arteriensysteme bewegt, hängt von der Zahl der Herzcontractionen, zugleich aber auch von der relativen Größe des Herzens und der Gefäße ab, welche wir oben durch eigene Beobachtungen von mehreren Thieren angegeben haben. Je größer das Herz im Verhältnisse zu den Gefäßen ist, desto mehr Blut wird mit jedem Schlag in die Arterien getrieben, und desto schneller muß es sich in diesen bewegen und umgekehrt. Daher bewirkt das im Verhältniß zu den Gefäßen kleine Herz der Amphibien und Fische dennoch eine viel weniger schnelle Bewegung in den Arterien durch eine gleiche Anzahl von Pulsschlägen, als bei den Säugethieren und Vögeln.

Beim gesunden Menschen pulsirt das Herz im mittlern Alter 70—75 Mal in einer Minute, etwas schneller beim sanguinischen, etwas langsamer beim phlegmatischen Temperament. Im Alter sinkt der Puls auf 65—50 Schläge in der Minute, und seine Beschleunigung erreicht in den ersten Lebensjahren 100—115 Schläge, im Knabenalter 80—85, im Jünglingsalter 75—80. Die Körperzustände ändern die Zahl der Herzschläge sehr. Unter den Rückenwirbelthieren scheinen die Fische die langsamsten, die

Vögel die schnellsten Herzpulsationen zu haben. Scoresby sah das Herz des Haifisches nur 7 Mal in der Minute schlagen (Reise auf den Wallfischfang a. d. Engl. Hamb. 1815). Beim Aal gibt Fontana 24, M. Hall 60 Pulsationen in der Minute an. Nach Prevost und Dumas pulsirt das Herz bei Enten 110, bei Tauben 136, beim Huhn 140 Mal in der Minute. Unter den Säugethieren scheinen die kleineren eine größere (Kaninchen 120, Meerschweinchen 140 nach Dumas), die größeren eine kleinere Zahl (das Pferd 36, Rind 38, Schaf 75) von Herzschlägen zu haben. Da nun die Fische und Amphibien das verhältnißmäßig zu den Gefäßen kleinste Herz bei der geringern Zahl von Pulsationen haben, so muß bei ihnen die arterielle Strömung auch am langsamsten seyn. Aehnlich ist auch bei den Embryonen wegen der Kleinheit des Herzens, ungeachtet der Schnelligkeit der Pulsationen, die Blutströmung noch weniger beschleunigt. Bei den Vögeln aber am schnellsten, weil sie bei dem im Verhältnisse mit den Gefäßen am größten Herzen auch die größte Zahl von Pulsationen haben. Nach Hales würde das Blut aus dem Herzen in die großen Arterien in jeder Secunde 12 Zoll weit beim Menschen getrieben (Statik d. Geblüts S. 41), Keil berechnete, daß wenn jedesmal 1 Unze = 1,65 Kubikzoll Blut aus der Aortenkammer in die Mündung der Aorta, deren Durchmesser 0,41 Zoll ist, getrieben werden, diese bei 80 Herzschlägen in der Minute 78 Fuß fortrücken würden (Haller, el. physiol. 1, 449). Nach Hales würde eine dem Körpergewichte gleiche Blutmasse beim Hund in 6—11 Minuten, beim Menschen in 18—36 Minuten, beim Pferd in 60 Minuten durch das Herz gehen. Nimmt man beim Menschen 30 Pfund gleich 480 Unzen Blut im ganzen Körper an, so würde diese Quantität, wenn mit jedem Herzschlag eine Unze weiter gestoßen würde, bei 60 Pulsschlägen in der Minute binnen 8 Minuten durchs Herz gehen. Da wir aber gesehen haben, wie sehr die Blutmenge, die durch das Herz geht, bei einer gleichen Zahl von Pulsschlägen verschieden seyn kann, so sind dergleichen Berechnungen sehr unsicher. Hering (Tiedemanns Zeitschrift f. Physiologie I, S. 89 f.) glaubte aus der Zeit, binnen welcher sich in die Halsvenen eines Pferdes eingespritztes blausaures Kali in dem Gefäßsysteme verbreitet, die Dauer, binnen welcher die ganze Blutmasse im Kör-

per umgetrieben wurde, entnehmen zu können. Er fand das blausaure Kali durch Reagentien auf das Blutserum wieder: binnen 20—25 Secunden in der Jugularvene der andern Seite, binnen 10—25 Secunden in der arter. maxillaris, binnen 20—30 Secunden in der art. metatarsea. Burdach (Phys. 4, 254) bemerkt mit Recht, daß man sich irren würde, wenn man glaubte, daß aus diesen Versuchen der Schluß gezogen werden könnte, daß der Umlauf des ganzen Bluts hier binnen 20—25 Secunden erfolgt sey, denn einmal wird das Blut, welches sogleich vom Herzen aus in die nächstgelegenen Organe (das Herz selbst, die Bronchien, das Zwerchfell) sich verbreitet, früher wieder durch die Venen zurückgehen, als das durch die letzten Verzweigungen der Aorta den Extremitäten zugeführte Blut; alsdann ist der Aufenthalt in dem peripherischen Systeme der verschiedenen Organe ganz verschieden, z. E. viel länger in der Pfortader, als in den Lungen, und endlich verbreitet sich eine, dem Blute beigemischte Flüssigkeit sogleich durch chemische Auflösung in der ganzen Blutsäule viel schneller, als diese sich fortbewegt. Ueberhaupt sucht man durch diese Berechnungen etwas zu finden, was gar nicht vorhanden ist, nämlich einen unmittelbaren, mechanischen Umtrieb durch directen Uebergang des Arterienbluts in die Venen, während das Arterienblut sich in das peripherische System ergießt, und hier nach Verschiedenheit der Organe einen ganz unabhängigen Aufenthalt hat, sich auch so verändert, daß es in demselben Zustande gar nicht wieder zurückkehrt. In den verschiedenen großen Arterienstämmen erscheint die Blutbewegung mit ziemlich gleicher Geschwindigkeit. In den kleinern Zweigen dagegen, die sich zu den einzelnen Organen verbreiten, ist die Geschwindigkeit ganz verschieden, je nachdem eine größere oder geringere Menge Blut von dem peripherischen System eines jeden Organs angezogen wird. Haller (op. min. 1, 191) und Spallanzani (l. c. p. 150) bemerkten daher auch bei mikroskopischen Beobachtungen, daß in den verschiedenen Zweigen das Blut mit ganz verschiedener Geschwindigkeit ströme, während das Herz sich gleichförmig bewegt. Auch spätere Beobachter (Wedemeyer, Kreislauf S. 195. Sallandière, circulat. du sang p. 10) haben dieselbe Erscheinung bemerkt, die ich selbst sehr oft bestätigt gefunden habe. Man erkennt hieraus, daß selbst im arteriellen System, ungeachtet

des Uebergewichts, welches hier das Herz auf die Strömung hat, dennoch die Bewegung gar nicht allein vom Herzen abhängig ist.

§. 192.

Die Vorstellungen von dem sogenannten Blutandrange nach einzelnen Organen beruhen großentheils auf völlig unrichtigen Ansichten der Blutbewegung in den Arterien mit Vernachlässigung des Zustandes im peripherischen Systeme der Organe. Der Blutandrang vom arteriellen System aus durch das Herz ist durchaus nach allen Organen hin ganz vollkommen gleichförmig; es gibt keine Arterie, durch welche das Blut vom Herzen mit größerer Gewalt getrieben würde, als durch die andern, und es existirt keine sogenannte active Congestion, die ihren Grund in einem verstärkten Antriebe des Bluts in einer einzelnen Arterie vom Herzen aus hätte, während das Blut durch die übrigen Arterien mit verminderter Gewalt getrieben würde; sondern wenn die mechanische Gewalt des Herzens auf das Blut einmal irgend wie vermehrt ist, so erstreckt sich diese Wirkung nothwendig auf die Arterien aller Organe zugleich mit derselben Kraft, welche das Blut in die Aorta treibt, woraus alle Arterien entspringen. Der Zustand der stärkern Blutcongestionen in einzelnen Organen beruht nur einzig und allein darauf, mit welcher Kraft das Blut in dem peripherischen Gefäßsysteme derselben erst angezogen, dann zurückgehalten, oder wieder abgestoßen und entleert wird; kurz die Congestionen beruhen auf dem Zustande der Lebenserregung der einzelnen Organe selbst, und besonders auf dem Zustande der Empfänglichkeit oder Erregbarkeit ihres peripherischen Gefäßsystems. Ist die lebendige Wechselwirkung zwischen dem Blut und den peripherischen Gefäßen sehr gesteigert, sey es nun durch größere Reizbarkeit der Gefäße, oder durch stärkere Reizung derselben durch das Blut, so wird das Blut hier allein zurückgehalten, die Herzthätigkeit mag schwach oder stark seyn. Daher kann auch bei der geregeltsten Herzthätigkeit Congestion in einzelnen Organen entstehen, und umgekehrt bei der größten Aufregung in allen Organen gleiche Reaction. Ist die lebendige Erregung zwischen Blut und Gefäßen vermindert, so kann bei zu großer Venosität des Bluts durch Erschlaffung der Gefäße eine Ansammlung von Blut in denselben durch den Mangel an repellirender Kraft entstehen,

und die ganze Blutbewegung mehr unter den mechanischen Einfluß des Herzens gestellt seyn, ohne daß darum der Andrang in den zuführenden Arterien verstärkt würde. Es kann also durch ein Organ schnell, durch ein anderes langsamer das Blut zum Herzen zurückfließen, und man sieht leicht, wie unrichtig und allen Lebenserscheinungen widersprechend die Vorstellung von einem gleichförmigen Umtrieb des Bluts durch alle Organe im Sinne von Harvey ist. Bei der Ungleichheit, mit welcher das Blut in den verschiedenen Thätigkeitsperioden der verschiedenen Organe aus dem Arteriensystem angezogen und aus dem Venensysteme wieder abgestoßen wird, ist es nothwendig, daß der Rückfluß durch die Venen auf irgend eine Art wieder regulirt werde, weil in diesen die Schnelligkeit der Bewegung in den einzelnen Verzweigungen weniger abweicht, sondern eine zu starke Anhäufung oder zu starke Entleerung stattfindet. Um nun diese in den Venen der verschiedenen Organe auszugleichen, finden in den Venen auch der verschiedenen Organe überall die stärksten Anastomosen, die man gleichsam als bloße Erweiterungen und Fortsetzungen des peripherischen Gefäßsystems ansehen kann. Die Venen der Haut und der von ihr bedeckten Muskeln, die Venen der Knochen und ihrer Muskeln, die Venen des Hirns und Rückenmarks mit den Venen des Schädels und der Wirbelsäule anastomosiren so, und durch Ueberfließen des Venenbluts aus einer Anastomose in die andere wird eine überall gleichförmige Rückkehr des Venenbluts, auch bei dem ungleichsten Zuflusse zu den Organen, bewerkstelligt. Am merkwürdigsten in dieser Beziehung sind die Anastomosen der untern und obern Hohlvene durch die vena azygos, welche entweder direct mit der untern Hohlvene oder mit den Nieren- oder Lumbarvenen anastomosirt. Sobald also der Andrang von Blut durch die obere Hohlvene zum Herzen zu groß ist, wird der Zufluß durch die vena azygos gehemmt, und ein Theil des Bluts, der diese sonst in die obere Hohlvene geführt hätte, geht nun durch die untere Hohlvene zum Herzen, und das Umgekehrte kann stattfinden, wenn die Blutansammlung in der untern Hohlvene zu stark ist, in welchem Falle das Blut aus den Nieren, den Extremitäten u. s. w. zum Theil durch die vena azygos zur obern Hohlvene geführt wird.

§. 193.

Die mechanische Kraft, mit welcher das arterielle Herz das Blut in die Arterien treibt, haben früher Hales (Statik des Geblüts S. 9) und neuerlich Poiseuille (Magendie, Journ. de physiolog. exp. VIII, p. 272) durch genaue Messungen zu bestimmen gesucht. Hales bediente sich Glasröhren vom Durchmesser der Arterien, die er in der Mündung einer durchschnittenen Arterie in aufrechter Stellung so befestigte, daß das Blut der Arterie in der Glasröhre in die Höhe steigen konnte. Bei einem Pferde stieg es 8—9½ Fuß, bei einem Hammel 6½ Fuß, beim Damhirsch über 4 Fuß, beim Hunde 4½ Fuß hoch, und zwar stieg es mit jeder Herzcontraction, beim Pferd um 1—3 Zoll höher, und sank so viel während der Expansion. Bis zu jenen Höhen springt auch ungefähr das frei aus einer durchschnittenen Arterie strömende Blut (Haller, op. min. I, 72. Hales l. c. 11). Aus den entsprechenden rückführenden Venen stieg das Blut beim Pferde nur 12½ Zoll, beim Schafe 5½ Zoll, beim Hunde 4—7 Zoll. Der Druck des Arterienherzens verhielt sich also zu dem Drucke, mit welchem das Venenblut aus der Peripherie zurückkehrt, wie 10:1. Poiseuille bestimmte die Herzkraft mittelst seines Hämodynamometers. Es ist eine gabelförmig gebogene Glasröhre, mit einem von der Biegung aufsteigenden längeren graduirten und einem kürzeren Schenkel, der wieder in eine horizontale Biegung ausläuft, welche in der Arterienmündung befestigt wird. Die auf- und absteigenden Schenkel sind bis zur Einmündung des Horizonthaltheils des kürzern Schenkels mit Queckſilber gefüllt, und der Rand des Queckſilbers in dem graduirten langen Schenkel der Nullpunkt, von welchem die Millimetergrade aufsteigen. Der horizontale Theil des kurzen Schenkels, dessen Mündung mit dem Blut in Berührung kommt, wird mit einer Auflösung von kohlensaurem Kali gefüllt, damit das gegen die Röhre dringende Blut nicht gerinnt. Der Durchmesser der Röhre muß dem Durchmesser der Arterie gleich seyn, oder auf denselben reducirt werden. Ist der horizontale Theil der Röhre in der Arterie befestigt, so drückt das Blut durch die Kalilösung auf die absteigende Queckſilbersäule, und diese drängt die aufsteigende über Null in die Höhe. Auf diese Weise ergab sich,

daß der Druck des Blutstroms der Arterie einer Queckſilberſäule, die beim Hunde 151 Millimeter (d. i. eine Waſſerſäule von 6½ Fuß), beim Pferde 159 Millimeter (d. i. eine Waſſerſäule von 6 Fuß 8 Zoll), beim Rinde 161 Millimeter (d. i. eine Waſſerſäule von 6¾ Fuß) betrug, das Gleichgewicht halten konnte. Poiſeuille hat gefunden, daß in Arterien von gleichem Durchmeſſer, aber verſchiedener Entfernung vom Herzen, der Druck auch gleich war, z. B. in der Carotis und Cruralis. Daß die Kraft der Strömung bei der Inſpiration und Exſpiration verſchieden war, wie in Hales und Hallers Beobachtungen, haben wir ſchon angeführt. Durch Berechnung des Flächeninhalts der Durchſchnitte der Arterien von verſchiedenem Durchmeſſer ließ ſich nun aus dem Gewichte der Queckſilberſäule, welcher dem Strom in den Arterien das Gleichgewicht hält, die ganze Kraft berechnen, mit welcher das Herz auf das Blut aller Arterien oder auf das Blut der Aorta drückt. Nimmt man die mittlere Kraft, mit welcher bei verſchiedenen Thieren die Arterienblutſäule auf die Queckſilberſäule drückt, beim Menſchen gleich 160 Millimeter Höhe der Queckſilberſäule an, ſo wird bei einem Durchmeſſer der Aorta von 34 Millimetern, welcher einen Flächeninhalt des Durchſchnittes von 908,2857 Quadratmillimeter gibt, der Druck des Herzens auf die Blutſäule der Aorta gleich ſeyn $160 \times 908{,}2857 = 145325{,}71$ Kubikmillimeter Queckſilber, welche ein Gewicht von 1,971779 Kilogr. oder 4 Pfund 3 Unzen 43 Gran haben. Jurin hat früher die Kraft des Herzens auf 9 Pfund 1 Unze, Hales auf 51 Pfund berechnet (Haller, el. physiol. I, 452). Nach den mechaniſchen Vorſtellungen von Hales (Statik des Geblüts S. 67) glaubten mehrere frühere Beobachter, daß eine Hemmung der Blutſtrömung durch Reibung des Bluts gegen die Gefäßwände, beſonders in den Winkeln der abgehenden Zweige, ſtattfinde. Haller (op. min. I, 88, 193) und Spallanzani (l. c. diss. 1. Exp. 21, 38, 48, 51) beobachteten aber ſchon, daß die Winkel der Arterienäſte, ihre Beugungen, Falten, Krümmungen gar keinen Einfluß auf die Geſchwindigkeit der Strömung haben. In der That bildet das Blut eine, alle Gefäßverzweigungen ausfüllende, zuſammenhängende Säule, die von einem Ende zum andern im Arterienſyſtem in allen Theilen gleichförmig fortrückt, und die durch die lebendige Wechſelwirkung, in welcher

das Blut mit der innern Gefäßhaut steht, die mechanischen Verhältnisse der Reibung nicht zuläßt. Die einzige Hemmung oder Beschleunigung, welche der Blutstrom durch die Gefäße erfahren kann, ist also in der verminderten oder vermehrten Wechselwirkung zwischen dem Blutplasma und den Gefäßen, besonders in dem peripherischen System, begründet, und welche allerdings sehr merklich ist, indem dadurch die starke Spannung, in welcher sich das Gefäßsystem mit dem Blute befindet, bedingt wird, und gegen welche alle mechanischen Verhältnisse der Reibung verschwinden.

Der Puls der Arterien.

§. 194.

Der Stoß, mit welchem das arterielle Herz die Blutsäule bei seiner Contraction in der Aorta weiter bewegt, bringt eine mechanische Wirkung in den Arterien hervor, die sich bei der großen Spannung, in welcher sich die Arterien gegen das Blut befinden, auf alle Verzweigungen gleichmäßig fortpflanzt. Diese Bewegung der Arterien ist der sichtbare und fühlbare Puls. Man muß bei der Erklärung der Natur des Pulses aber sehr wohl die rein-mechanische Wirkung des Herzens durch die Blutsäule auf die Gefäße von den lebendigen Bedingungen der Spannung des Gefäßsystems, wodurch die Fortpflanzung des Herzstoßes auf die Blutsäule möglich wird, unterscheiden, und ferner auch die selbstständigen irritablen Bewegungen der Aortenzwiebeln beim bebrüteten Hühnchen, bei Fischen und bei Amphibien nicht mit den mitgetheilten Bewegungen in den Arterien verwechseln. Auf einer Verwechslung der letztgenannten beiden Bewegungsarten beruht insbesondere die Ansicht, nach welcher man den Puls überhaupt von einer alternirenden selbstthätigen Contraction der Arterien ableitete, wie denn schon Galen den Arterien eine pulsirende Kraft zuschrieb (Jaeger, tractatus de arteriarum pulsu, Wirceb. 1820). In diesem Falle müßten auch die Arterien, wie die Aortenzwiebel und das Herz, nach dem Entleeren des Bluts noch fortpulsiren, und eine wahre Irritabilität, wie jene Organe, besitzen, was aber, wie wir bereits bei der Betrachtung des Gefäßsystems gesehen haben, nicht der Fall ist (§. 122). Vielmehr ist die Mitwirkung der Arterien beim Puls auf die Elasticität, welche eine physikalische Eigenschaft der Arterienfaser ist, und auf die orga-

nische Contractilität, welche jene Elasticität selbst zu bedingen scheint, beschränkt. Wir wollen nun zuerst die mechanische Einwirkung des Herzens auf die Blutsäule beim Pulse betrachten. Sie ist von doppelter Art: 1) treibt sie mit jeder Herzcontraction eine neue Blutmenge in die Arterien, 2) theilt sie dabei zugleich der Blutsäule einen Stoß mit, welcher sich auf die ganze Ausdehnung derselben fortpflanzt. Beide Wirkungen tragen gemeinschaftlich zur Erzeugung des Pulses bei, aber der Stoß scheint wirksamer zu seyn, als die durch ihn eingetriebene Blutmenge, denn bei gleichmäßigem Eindringen derselben ohne Stoß würde sie keinen Puls erzeugen. Durch das Austreiben einer neuen Blutmenge vom arteriellen Herzen in die Arterien muß die innere Höhle derselben nothwendig erweitert und die ganze Arterie mechanisch ausgedehnt werden, während sie sich in der Diastole des Herzens durch Entleerung des Bluts in das peripherische System wieder allmählich zusammenzieht. Aber die Beobachter sind über die Ausdehnung der Arterien nicht einerlei Meinung gewesen. Spallanzani sah an der Aorta des Salamanders nicht nur den Bulbus um $^1/_3$, sondern auch die absteigende Aorta um $^1/_{20}$ des Durchmessers sich erweitern (l. c. 146). Auch die größeren Zweige der Aorta, die obere Gekrös-Arterie, erweiterte sich, aber nicht die kleineren Arterien (l. c. 159, 383). An der arteriellen Vene sah er dieselbe Erweiterung und zugleich eine Schlängelung (p. 263). Diese Erweiterung der Arterienstämme ist von Magendie an Pferden (Journ. de physique 1, 113), von Hastings an Katzen (Meckels Archiv VI, S. 224) ebenso beobachtet, und von Poiseuille an der Carotis des Pferdes gemessen worden (Magendie, Journ. de phys. IX, 48). P. umgab ein 235 Millimeter langes Stück der Carotis des Pferdes mit einer metallenen Röhre, deren Ränder er mit einem Deckelstück, durch welches sich eine Glasröhre in das Innere der Röhre mündete, dicht verschloß, und deren Enden um die Arterie mit Wachs und Fett verklebt wurden. Er goß nun durch die 3 Millimeter weite Glasröhre Wasser in den Raum der Röhre um die Arterie, so daß das Wasser in die Röhre hineinreichte. Bei jedem Pulsschlage stieg das Wasser in der Glasröhre um 70 Millimeter. Das eingeschlossene Stück der Carotis nahm 2016 Quadratmillimeter Raum ein; da es nun bei jedem Pulsschlag um $3 \times 70 = 210$ Quadratmillimeter an Umfang wuchs, so beträgt diese Ausdehnung ungefähr den eilften Theil

seines Raums. Nach Weitbrecht beträgt die Erweiterung der Radial-Arterie nur ⅕ Linie.

§. 195.

Dagegen haben nun aber besonders Lamure (Hist. de l'acad. roy. des sciences, Paris 1768, p. 604), Arthaud (rech. sur la cause de la pulsation des artères, Montpellier 1769, p. 1—124) und vorzüglich Parry (an experimental Inquiry into the nature, cause and varieties of the arteriel pulse, Lond. 1816) die Erweiterung der Arterien beim Pulse ganz geläuguet. Doch scheinen die Beobachtungen mehr an den kleinern Arterien gemacht zu seyn, an denen selbst Spallanzani und Haller keine Erweiterung bemerkten. Weitbrecht (de circ. sanguin. Comm. Ac. scient. Petrop. T. VI, p. 276, T. VII, p. 283) und Lamure beobachteten aber, daß die Arterien beim Pulse sich krümmten, was auch schon Spallanzani an der arteriellen Vene beim Salamander gesehen hatte, und leiteten den Puls von diesen Bewegungen allein ab. Die Krümmung oder vielmehr Schlängelung der Arterien ist von besonderer Wichtigkeit beim Pulse. Sie entsteht durch eine wahre Verlängerung, nicht durch ein Vorwärtsschieben der Arterie vom Herzen aus, wie Parry (l. c. p. 111) meinte, vielmehr geschieht das Vorwärtsschieben selbst erst durch die Verlängerung der Arterie da, wo sie nicht an den Umgebungen befestigt ist. Dieß hatte Spallanzani sowohl an der Lungenarterie als an der Aorta der nackten Amphibien schon sehr richtig gesehen (l. c. p. 359). Ist die Arterie aber befestigt, so muß sie durch die Verlängerung Seitenbewegungen machen und sich schlängeln, wie man es so deutlich an der Lungenarterie der Amphibien sieht, die sich bei jeder Herzcontraction schlängeln, bei jeder Diastole wieder gerade werden. Ich habe beim bebrüteten Hühnchen, wo man die Erscheinungen der Pulsation beinahe am ganzen Gefäßsysteme deutlich überschauen kann, die Beobachtung gemacht, daß die Verlängerung der Arterien am stärksten an den Zweigen beobachtet wird. Die Arteriae omphalo-meseraicae, welche fast ganz frei auf den Eihäuten verlaufen, zeigen besonders an den Stellen, wo sie sich am Ende gabelförmig spalten, eine Verlängerung von mehreren Linien, wodurch sich bei jeder Herzcontraction die Spaltung vorschiebt und wieder bei der Diastole zurückweicht, während eine Erweiterung des Durchmessers nur an

den Stämmen bemerklich ist. Auch bei der Entblösung längerer Strecken von kleineren Arterien an Säugethieren sieht man immer nur die Verlängerung, welche sogleich eine Schlängelung erzeugt, wenn die Arterie nicht ganz frei ist. Es scheint also, als wenn überall die Erweiterung der Arterien durch die eindringende Blutmasse, in den Stämmen durch Ausdehnung in die Breite, in den Aesten mehr durch Ausdehnung in die Länge geschehe. Die hierdurch hervorgebrachte Seitenbewegung trägt gewiß viel zur Erzeugung des sichtbaren Pulses bei, wie man ihn z. E. durch die Hautbewegung an der Kiefer-Arterie und der Radial-Arterie, die durch ihre Lage auf Knochen nach unten nicht ausweichen können, oft deutlich sehen kann.

§. 196.

Zweitens ist nun die Wirkung des Stoßes zu betrachten, welcher der Blutsäule mit jeder Contraction vom Herzen mitgetheilt wird. Durch die von diesem Stoße herrührende Erschütterung, die sich auch auf eine unterbundene Arterienstrecke fortpflanzt, erklärte besonders Parry, und auch Döllinger (Meckels Archiv II, 346) und Weber (Wellenlehre, Leipzig 1815, Ausgabe von Hildebrands Anatomie, 3r Bd. S. 69; de pulsu, non in omnibus arteriis, synchronico, ed. E. H. Weber) den Puls. Vorzüglich hat Weber die Art der Fortpflanzung des Stoßes vom Herzen aus nach den Gesetzen der Wellenbewegung erläutert. Wäre das Blut in harten, nicht dehnbaren Canälen eingeschlossen, so würde sich der dem Blute der Aorta mitgetheilte Stoß durch die ganze Blutsäule so schnell als der Schall fortpflanzen, und der Stoß fast in demselben Moment in den letzten Arterienzweigen und in den Stämmen fühlbar seyn. Da sich aber die Arterien dabei zugleich ausdehnen, so pflanzt sich auch nach Weber diese Ausdehnung wellenförmig fort, ähnlich wie die Wellen um einen ins Wasser geworfenen Stein, die sich auch nicht mit der Geschwindigkeit der Schallwellen fortpflanzen. Daher ist denn der Puls in dem ganzen Verlauf einer Arterie vom Herzen bis zur letzten Verzweigung nicht vollkommen gleichzeitig, sondern, wie schon Weitbrecht bemerkt, etwas später an den entferntern Stellen. Auch Arnott (Elemente der Physik 1, 494) bemerkte eine Succession der Pulsationen in der Maxillararterie, der Radialarterie und der Metatarsea. Nach E. H. Weber (adnotationes anatomicae

et physiologicae, Lips. 1831, p. 2) pulsirt die Axillararterie und die maxillaris externa gleichzeitig, aber die A. metatarsea schlägt ⅙ — ⅐ Secunde später. Indessen scheint dieser Zeitunterschied nicht unter allen Umständen gleich, sondern unmerklich bei großer Spannung der Arterien gegen das Blut; dagegen bei einer gewissen Erschlaffung der Herzthätigkeit oder der Arterien merklicher. Daher beobachtete Haller, daß nur bei ermatteten Thieren die vom Herzen entfernten Arterien später pulsiren, als das Herz selbst schlägt (Elem. phys. II, 241). So sieht man auch in gelähmten Gliedern, deren Gefäße erschlafft sind, und in Aneurismen den Puls verzögert. Weil mit der Erweiterung des Gefäßsystems gegen die Peripherie die Spannung hier abnimmt, so nimmt auch die Pulsation in den kleineren Arterien ab und hört in den feinsten Verzweigungen auf, und zwar viel früher bei den Amphibien, weil das peripherische System derselben verhältnißmäßig zum Herzen bei diesen Thieren sehr erweitert ist.

§. 197.

Der Puls ist also die gemeinschaftliche Wirkung der Fortpflanzung des Stoßes durch die Blutsäule, und der gleichzeitigen Erweiterung und Verlängerung der Gefäße, wobei es auf das Fortströmen des Bluts weniger ankommt. Beide Verhältnisse, sowohl der Stoß als die Ausdehnung der Gefäße, sind wichtig, weil besonders in den krankhaften Veränderungen des Pulses bald das eine, bald das andere stärker hervortritt. Besonders kommt auf die Alternation von Ausdehnung und Verengerung der Gefäße viel an. Je stärker die Contractionen des Herzens in Verbindung mit starker Contractilität der Gefäße sind, desto mehr pflanzt sich der Stoß fort; je mehr die Gefäße im Verhältnisse zum Herzen erschlaffen und nachgeben, desto stärker ist die Erweiterung und Verlängerung der Gefäße.

Daß der Puls überhaupt nur durch die mechanische Wirkung des Herzens auf die Blutsäule erzeugt wird, suchten schon Arthaud und Bichat dadurch zu beweisen, daß sie die Venen zum Pulsiren brachten, wenn sie solche mit den offenen Arterien eines lebenden Thiers verbanden, indem sich nun der Stoß auf die Venen fortpflanzte, was selbst mit Gefäßen in Leichnamen möglich ist (Bichat, l. c. 85, 86). Auch kann man todte Arterienschläuche, selbst lederne

Schläuche zum Pulsiren bringen, wenn man durch sie Blut aus einer ledernen Arterie überströmen läßt (Scheel, Transfusion des Bluts, II, 141). Die Modificationen des Pulses werden theils durch die verschiedenen Lebenszustände des Herzens, theils durch die Lebenszustände der Arterien und des peripherischen Systems bedingt. Herz und Gefäße, welche sich in lebendiger Spannung beim Puls immer das Gleichgewicht zu halten haben, sind die wesentlichen Gegensätze, durch deren gegenseitige Lebensverhältnisse also auch die Veränderungen des Pulses entstehen.

§. 198.

Die Verschiedenheit von häufigem (P. frequens) und seltenem (P. rarus) Pulse beruht allein auf der verschiedenen Zahl der Herzschläge in einer gegebenen Zeit, und jede Verminderung des Erregungszustandes, z. B. in phlegmatischen Temperamenten, im Winter, im Schlafe, mindert auch die Zahl der Pulsschläge. Bei der Hungercur sinkt der Puls oft auf 40 — 35 Schläge in der Minute (Rusts Mag. IX, 3, S. 521). Der Rhythmus von Ausdehnung und Zusammenziehung der Gefäße ist nicht verändert.

Bei dem schnellen (P. celer) und langsamen (P. tardus) Puls ist der Rhythmus der Ausdehnung und der Verengerung der Arterie verändert. Der Schlag selbst ist kurz, die Intermission während der Verengerung der Arterie lang im P. celer; beim P. tardus ist es umgekehrt. Auch diese Veränderungen haben ihre Ursachen vorzüglich im Herzen; doch ist schon der Zustand des peripherischen Systems nicht ohne Einfluß darauf. Die Contraction des Herzens ist unvollkommen im P. celer, so daß sich mehr der einfache Stoß fortpflanzt, ohne starken Austrieb von Blut, wodurch die Gefäße erweitert werden. Häufig liegt der Grund hiervon in einer Hemmung der peripherischen Blutbewegung und einem Aufstauen des Bluts gegen das Herz, wie bei unterdrückten Secretionen und im Entzündungsfieber. Im P. tardus ist der Schlag anhaltend und die Gefäßerweiterung stark. Das Herz treibt seinen Inhalt vollkommen aus, und das Blut wird gleichmäßig von der Peripherie angezogen, wie bei dem Puls in Krisen.

§. 199.

Der große (P. magnus) und der kleine Puls (P. parvus) haben ihre Ursache in dem verschiedenen Blutreichthum und der davon ab-

hängigen Ausdehnung des ganzen Gefäßsystems, so wie in der damit zusammenhängenden Erregung desselben, sowohl in der Peripherie als im Centrum. Daher ist nach Blutverlusten und Schwindsuchten ein P. parvus, bei plethorischen ein P. magnus. Ein kleiner Puls kann auch bei gehemmter Blutbewegung im peripherischen System der Lungen dadurch entstehen, daß z. B. bei Lungenentzündungen wenig Blut in das arterielle System zurückkehrt und sich mehr im venösen System anhäuft. In diesem Falle wird durch Aderlässe, welche die Blutbewegung durch die Lungen wieder frei machen, der Puls wieder voll und groß werden.

Der starke (P. fortis) und schwache (P. debilis) Puls bezieht sich mehr auf das gestörte Gleichgewicht der Spannung zwischen Peripherie und Centrum. Im starken Puls ist die Spannung vergrößert durch das Uebergewicht des Herzens über die Peripherie. Das Blut wird nicht in dem Maße von der Peripherie absorbirt, als es vom Herzen ausgestoßen wird; daher sammelt es sich in den Arterien an und spannt ihre Ausdehnung, besonders in den Contractionen des Herzens. Dagegen wird beim schwachen Pulse mehr Blut von der Peripherie absorbirt, als das Herz ausstößt; die Gefäße entleeren sich, und der Stoß des Herzens pflanzt sich nur schwach fort.

Beim harten (P. durus) und weichen (P. mollis) Pulse kommt es besonders auf das Verhältniß der Gefäßausdehnung zu der Fortpflanzung des Herzstoßes an. Im Pulsus durus wird mehr der Stoß fortgepflanzt; die Gefäße sind im hohen Grade contrahirt und dehnen sich durch die eindringende Blutmasse zu wenig aus. Im P. mollis wird umgekehrt mehr die Gefäßausdehnung wellenförmig fortgepflanzt, und der Stoß ist weniger bemerklich, weil bei starker Erweiterung der Gefäße die Spannung zwischen Blut und Gefäßen zu gering ist. Der weiche Puls geht daher leicht in den völlig wellenförmigen Puls (P. undulosus) über, wo die Fortpflanzung des Herzstoßes fast gar nicht und nur die fortschreitende Gefäßausdehnung (in die Länge wie in die Dicke) gefühlt wird. Dieser Puls ist bei Lähmungen gewöhnlich, wo durch die zugleich gelähmte Contractilität der Gefäße eine solche Ausdehnung derselben entsteht, daß der Herzstoß kaum noch bis zu ihnen fortgepflanzt wird.

Der intermittirende Puls (P. intermittens) scheint keineswegs immer von einer wirklichen Intermission der Herzschläge herzurühren, sondern auch von gehemmtem Zuflusse des Bluts zum Herzen entstehen zu können, wobei die Blutsäule im Herzen so schwach wird, daß sie erst fortgestoßen wird, wenn sich mit dem zweiten oder dritten Schlage eine größere Menge angesammelt hat. Der intermittirende Puls erscheint besonders häufig bei Unterleibskrankheiten und scheint hier mit einer überwiegenden Blutansammlung im Pfortadersystem zusammenzuhängen, wodurch weniger Blut zum Herzen zurückkehrt. So wird der Puls auch in andern Krankheiten, bei bevorstehender kritischer Diarrhöe (P. diarrhoïcus), intermittirend, wahrscheinlich weil dieser eine stärkere Blutansammlung im Pfortadersysteme vorhergeht. Auch bei gehemmter Blutbewegung im peripherischen System der Lungen, namentlich bei der sogenannten Brustbräune, wird der Puls aus denselben Ursachen intermittirend.

§. 200.

Eine besondere Wirkung scheint der verschiedene Grad des äußern Luftdruckes auf die Beschleunigung oder Hemmung der Blutbewegung und den Puls zu haben, so daß bei vermindertem äußerm Luftdruck die Bewegung beschleunigt und der Puls vermehrt wird. In der verdünnten Luft beim Besteigen hoher Berge finden sich oft Blutcongestionen in den peripherischen Gefäßen der Haut ein, und sogar Blutungen aus der Nasen- und Mundschleimhaut. Dabei vermehrt sich der Puls, nach Parrot, in steigendem Verhältnisse mit der Höhe. Parrot fand, daß der Puls, welcher in der Höhe der Meeresoberfläche 70 Schläge hatte, bei 1000 Metres Aufsteigung 75, bei 1500 Metres 82, bei 2000 Metres 90, bei 2500 Metres 95, bei 3000 Metres 100 Schläge anhielt (Notizen aus der Natur- und Heilkunde, X, 216). Roulin fand auch eine Zunahme des Pulses bei steigender Höhe, aber nicht in so bestimmten Verhältnissen (Magendie, Journ. de physiol. VI, 1 — 13). Bei diesen Wirkungen sind zweierlei Verhältnisse zu berücksichtigen: 1) der aufgehobene äußere Luftdruck und 2) die erschwerte oder leichtere Bewegung in einem dichteren oder dünneren Medium bei völligem Gleichgewichte des Luftdrucks. Das aufgehobene Gleichgewicht des innern und äußern Luftdrucks

kann nur dann von auffallender Wirkung seyn, wenn der Uebergang aus der dichtern Luft der Ebene in die verdünnte auf Gebirgen beim Aufsteigen schnell geschieht, wie etwa bei Luftschiffern und Vögeln, so lange sich der Luftdruck nicht wieder ins Gleichgewicht setzt; denn bei sehr langsamem Aufsteigen wird sich allmählich der Luftdruck inner- und außerhalb des Körpers wieder ins Gleichgewicht setzen, weil die Haut des Körpers nicht luftdicht ist. Es scheint also in diesem Falle das zweite Verhältniß stattzufinden, nämlich die erleichterte Bewegung in dem verdünnten Medium beim Gleichgewichte des Druckes. Bei Pflanzen zeigen sich Verschiedenheiten der Geschwindigkeit der Säftebewegung schon bei verschiedenen Barometerständen auf gleicher Höhe zu verschiedenen Zeiten. Ich habe an mir selbst eine Beobachtung über die Zunahme des Pulses auf Höhen gemacht. Als ich nach der Schneekoppe des Riesengebirges aufsteigen wollte, schlug mein Puls in Warmbronn (1077 Fuß Höhe) 65mal in der Minute, nach dem Ausruhen auf der Schneekoppe (4950 Fuß hoch) 76mal. Ob sich bei Bergleuten in großer Tiefe der Puls mindert, wäre zu untersuchen.

Verhältniß des Athmens zum Pulse.

§. 201.

Obgleich beim Menschen und den Säugethieren im ausgebildeten Zustande die Zahl der Athemzüge mit der Zahl der Pulsschläge gewöhnlich in ziemlich gleichem Verhältnisse steigt und fällt, und man sogar willkürlich durch Anhalten des Athems den Puls langsamer machen kann (Emmert in Reils Archiv f. Phys. V, S. 404), so kann man doch keineswegs mit Treviranus (Biologie IV, 256) die allgemeine Regel aufstellen, daß bei den Thieren, deren Athemzüge schneller sind, auch die Zahl der Pulsschläge in gleichem Verhältnisse größer ist. Vielmehr kommt hierbei sehr viel auf das gegenseitige Verhältniß des peripherischen und centralen Blutsystems und auf den Grad des Unterschiedes zwischen Arterien- und Venenblut an, indem da, wo der letztere Unterschied wenig hervortritt, auch das peripherische Gefäßsystem der Lungen weniger ausgebildet und die Respiration überhaupt eine untergeordnetere Beziehung zur Schnelligkeit der Circulation hat, auch andrerseits da, wo das Herz im Verhältnisse zum peripherischen System sehr klein ist, bei einer

großen Anzahl von Pulsschlägen nur wenig Blut durch dasselbe weiter getrieben wird.

§. 202.

Der Grund, weßhalb beim Menschen nach allen Anstrengungen und Aufregungen des ganzen Körpers und einzelner Functionen der Athem und der Puls in gleichem Verhältnisse schneller werden, liegt darin, daß in den aufgeregten Organen das Bedürfniß von arteriellem Blut größer wird, und dagegen eine größere Menge venösen Bluts in die Lungen zurückgeschickt wird; kurz daß die venöse Blutsäule von der Peripherie des Körpers stärker repellirt und dadurch das Bedürfniß des Athmens vergrößert wird, und daß nun das arterielle Blut bei Steigerung der Respiration stärker aus der Lunge repellirt und schneller vom peripherischen System des Körpers angezogen wird, so daß also mit der beschleunigten Bewegung beider Blutsäulen und der gesteigerten Gefäßthätigkeit überhaupt auch die Herzcontractionen sich vermehren. Da nun aber nicht überall dieselben Verhältnisse von peripherischer und centraler Blutbewegung sind, so ändert sich auch das Verhältniß von Puls und Respiration ganz und gar. So findet sich beim Embryo, bevor er überhaupt Athembewegungen hat, die größte Zahl der Pulsschläge, die der ausgebildete Mensch je in krankhafter Aufregung erhalten kann, und nach der Geburt ist das Verhältniß der Athemzüge zu dem schnellen Puls immer viel geringer als späterhin. Hier kommt nun das ganz verschiedene Verhältniß von centralem und peripherischem Gefäßsystem in Betracht. Das Herz ist im Embryo, im Verhältnisse zu den Gefäßen nämlich, so klein, daß auch eine große Anzahl von Pulsschlägen nur wenig Blut durch das Gefäßsystem treiben kann, und es kann in der That bei einer großen Zahl von Pulsschlägen die centrale Blutbewegung im Embryo dennoch langsamer seyn, als bei einer geringern Zahl im Erwachsenen. Ein ähnliches Verhältniß ist bei den Amphibien. Die Salamander kommen erst nach einigen Minuten wieder an die Oberfläche, um zu athmen, und haben in der Minute 60—70 Pulsschläge. Man kann die schnellen Kehlbewegungen der Frösche, die ziemlich ihrer Zahl von Pulsschlägen gleichkommen, nicht für vollkommene Inspirationen halten, sondern offenbar gehört eine große Zahl solcher Bewegungen dazu, um die Lunge einmal zu füllen, wie man deutlich bei entblößten Lungen dieser

Thiere sieht, so daß also auch hier die wahren Athemzüge nicht im Verhältnisse zur Zahl der Pulse stehen. Dieß erklärt sich, weil einmal das Herz dieser Thiere wegen seiner Kleinheit im Verhältnisse zum peripherischen Gefäßsysteme nur wenig die Blutbewegung beschleunigt, und andrerseits auch der Gegensatz von Arterien- und Venenblut bei diesen Thieren wegen ihrer Hautrespiration noch wenig ausgebildet ist. Wedemeyer hat auch bei winterschlafenden Igeln den Puls nicht im Verhältnisse zur Respiration abnehmen sehen, denn während keine Athembewegung bei ihnen mehr sichtbar ist, finden sich noch 18—20 Pulsschläge in der Minute. Inzwischen darf wieder nicht übersehen werden, daß man bei geköpften Thieren, deren durchschnittene Arterien unterbunden sind, nach Vesals und Hooks Entdeckung (Haller, elem. phys. III, 247) die Herzpulsationen und die ganze centrale Blutbewegung viel länger durch Einblasen von Luft in die Lungen (künstliches Athmen oder Hook'sches Experiment) erhalten kann, als sie bei aufgehobener Respiration fortdauern; und es frägt sich, wodurch bei denjenigen Thieren, die einen ausgebildeten Gegensatz von Arterien- und Venenblut besitzen (die Säugethiere und Vögel nach der Geburt), das ungleiche Verhältniß der Athemzüge zum Puls ausgeglichen wird. Hier scheint sehr viel auf die verhältnißmäßige Größe der Lungen und die dadurch bedingte Menge der eingeathmeten Luft, so wie auf den Grad der Ausbildung des peripherischen Gefäßsystems der Lungen: die Feinheit der Gefäße, die Dichtheit ihrer Netze u. s. w.; ferner auch auf die damit zusammenhängende Fähigkeit, eine größere oder geringere Menge Sauerstoffgas vor dem Ausathmen zu verbrauchen, anzukommen; denn je größer diese letztere Fähigkeit ist, desto geringer braucht die Menge der eingeathmeten Luft zu seyn, um das Blut in arterielles umzuwandeln. In dieser Beziehung scheint sich der auffallende Unterschied zu erklären, der in dem Verhältnisse der Athemzüge zum Pulse bei Vögeln und Säugethieren stattfindet. Nach Treviranus (Biolog. IV, 156) und Prevost und Dumas (Meckels Archiv, VIII, 319) verhalten sich im Ganzen bei Säugethieren die Athemzüge zu den Pulsschlägen ungefähr wie 1:3 — 1:4. Beim Hund und Affen finden sich bei 28—30 Athemzügen in der Minute 90 Pulse; beim Pferde kommen auf 16 Athemzüge 56 Pulsschläge, beim Meerschweinchen auf 36 Athemzüge 140 Pulse, beim Menschen auf

18 Athemzüge 72 Pulse. Dagegen ist das Verhältniß bei den Vögeln viel geringer, so daß beim Reiher sogar über 9 Pulse auf einen Athemzug (22 Athemzüge bei 200 Pulsen) kommen, und auch beim Huhn auf 24 Athemzüge 100 Pulse, bei der Ente auf 21 Athemzüge 110 Pulse gehen. Die große Anzahl der Pulsschläge bei der verhältnißmäßig geringen Zahl von Athemzügen bei Vögeln scheint mir theils durch ihre verhältnißmäßig größeren Lungen mit den blasenförmigen Fortsätzen zu den Eingeweiden und in die Knochen, in welchen also bei jeder Inspiration eine größere Menge Luft aufgenommen werden kann, theils durch die Fähigkeit der Luft verhältnißmäßig mehr Sauerstoff entziehen zu können, als bei den Säugethieren möglich ist, erklärlich. Daher kommt es denn auch, daß ungeachtet der geringern Zahl von Athemzügen die Vögel im Ganzen der Luft weit mehr Sauerstoff entziehen und viel mehr Kohlensäure hinzufügen, als die Säugethiere (Treviranus, Zeitschrift für Physiologie IV, 1, S. 23). Dieß wäre bei der geringern Menge der eingeathmeten Luft unmöglich, wenn die Vögel nicht die Fähigkeit hätten, die ausgeathmete Luft irrespirabler zu machen, als die Säugethiere. In noch größerem Verhältnisse scheinen die Mollusken diese Fähigkeit zu besitzen, da die Schnecken nach Spallanzani der Luft durch die Athmung so viel Sauerstoff entziehen können, als der Phosphor durch Verbrennen wegnimmt.

§. 203.

Man kann also sagen, daß die ganz verschiedenen Verhältnisse in der Organisation des Circulations- und Respirationssystems in den verschiedenen Thieren auch ein durchaus ungleiches Verhältniß zwischen der Zahl der Athemzüge und der Zahl der Pulsschläge nothwendig machen, und daß, wenn beide in gleichem Verhältnisse zu- und abnähmen, die auffallendsten Störungen der Functionen stattfinden müßten. Dagegen aber tritt bei einem und demselben Thier und beim Menschen in den verschiedenen Lebenszuständen, während welcher sich die bestimmten Verhältnisse der Organisation des Circulations- und Respirationssystems gleich bleiben, auch ein ganz anderer Umstand ein, indem hier mit der Erhöhung und Verminderung des Erregungsactes der Organe gleichzeitig eine verstärkte centrale Blutbewegung und ein verstärktes Athemholen nothwendig gefordert werden, weil die Umwandlung von venösem in arterielles Blut und

dessen schnellere Beförderung von einem peripherischen System zum andern durch das centrale sich hier gleichen Schritt halten, ohne daß die Organisationsverhältnisse sich ändern. Aus einer gleichzeitigen Vermehrung oder Verminderung der Athemzüge und der Pulsschläge in den verschiedenen Lebenszuständen des Menschen darf man also durchaus nicht auf ein ähnliches Verhältniß beider in den verschiedenen Thierclassen und den verschiedenen Altersperioden des Menschen, in denen die Organisationsverhältnisse sich ändern, schließen.

Die centrale Blutbewegung im Fötus.

§. 204.

Die verschiedenen Verhältnisse der Respiration und des damit verbundenen unvollkommenen Gegensatzes von Arterien- und Venenblut machen beim Fötus eine verschiedene Richtung der centralen Blutbewegung nothwendig. Die Lungenrespiration im Fötusleben ist noch durch eine Eihaut-Respiration ersetzt, und das peripherische Gefäßsystem der Eihäute tritt daher anstatt desjenigen der Lungen in Gegensatz mit dem peripherischen Gefäßsystem des Körpers. Dieser Gegensatz ist aber weniger ausgebildet als nach der Geburt, und damit hängt der unmerkliche Unterschied von Arterien- und Venenblut im Fötus, wie in den Amphibien, zusammen. In dem ganzen Circulationssystem bei beiden hat das peripherische System über das centrale noch das Uebergewicht, weil das Bedürfniß der Blutbewegung von dem einen peripherischen System zum andern wegen der größern Gleichheit beider Blutarten nicht so groß ist, als nach der Geburt. Insofern nun die Eihäute die Function der Lungen vertreten, werden auch die Nabel-Arterien zugleich der arteriellen Vene vergleichbar seyn, und die Nabelvene wird die Function der venösen Arterie mit vertreten. Doch ist der arterielle Theil des centralen Gefäßsystems von dem venösen nicht vollkommen getrennt, sondern beide sind durch Anastomosen verbunden, so daß sich die Nabelvene mit einem Theile der Körpervene vereinigt, und die Nabel-Arterien aus Körper-Arterien entspringen. Wir dürfen in Betreff der historischen Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten, welche man über den Mechanismus der centralen Blutbewegung im Fötus hatte, auf die sorgfältige Arbeit von Kilian (über den Kreislauf des Bluts im Kinde, welches noch nicht geathmet hat, Karlsruhe 1826, 4.) verweisen, und begnügen uns, nur die Hauptpunkte, in

Betreff derer man abweichender Meinung war, anzuführen, wobei wir uns auf die oben gegebene Entwicklungsgeschichte des centralen Gefäßsystems beziehen. Haller faßte die früheren Arbeiten von Harvey (exercit. anat. II, de circul. sang. p. 60, 61), Mery (Mém. de l'acad. des sciences, Paris 1703, Act. 1708, 1714. Nouveau système sur la circulation, Paris 1703) mit den seinigen zu der Theorie zusammen, daß das mit dem Nabelvenenblut vereinigte Blut der untern Hohlvene vor der Theilung des Herzens (bis zum vierten Monate) gerade zur Aorta ströme, daß aber nach der Theilung des Herzens ein Zusammenfluß und eine Vermischung des Bluts beider Hohlvenen im rechten Vorhofe stattfinde, und daß von diesem Gemeng ein Theil durch das eirunde Loch in den linken Vorhof gehe, um in Vereinigung mit dem wenigen Lungenvenenblute durch das linke Herz in die Aorta zu strömen. Der im rechten Vorhofe bleibende Theil gehe durch das rechte Herz in die Lungen-Arterie, und da diese noch wenig entwickelt sey, durch ihren Verbindungsgang mit der Aorta descendens (ductus Botalli) großentheils in diese über.

§. 205.

Dagegen behauptete Sabatier (Hist. de l'Acad. roy. des sciences, année 1774, p. 198 — 208), daß, obgleich sich die untere Hohlvene in späterer Zeit in den rechten Vorhof münde, doch durch die valvula Eustachii das Blut derselben ganz in den linken Vorhof geleitet werde, und nur das Blut der obern Hohlvene in den rechten Vorhof gelange. Auf diese Weise gehe das Blut der Nabelvene, vermischt mit dem Blute der untern Hohlvene, in den linken Ventrikel und durch die aus dem Bogen der Aorta entspringenden Arterien für den Kopf und die oberen Extremitäten, besonders in die obere Körperhälfte, welche auf diese Art ein mehr arterielles Blut erhielten. Dieser Theil der Aorta sey im Ganzen als aufsteigende Aorta zu betrachten. Das Blut der obern Hohlvene aber gehe aus dem rechten Herzen durch den Botalli'schen Gang in die absteigende Aorta, und dieser sey als eine unmittelbare Fortsetzung desselben zu betrachten, die als besonderes Gefäß, wie die (absteigende) Aorta sinistra der Amphibien, aus dem Herzen entspringe, und die Lungen-Arterie nur als Zweig abgebe. Der Bogen von der aufsteigenden zur absteigenden Aorta sey ein Communicationszweig (auch Kilian

hat auf die merkliche Verengerung desselben aufmerksam gemacht), durch den bloß ein geringer Theil arteriellen Bluts in die absteigende Aorta aus der aufsteigenden übergehe. Auf diese Weise strömt das mehr arterielle Blut der Nabelvene, welches nach Abgang eines Zweiges zur Pfortader durch den ductus venosus in die untere Hohlvene gelangt, aus dieser direct durch das linke Herz zum Kopf, wodurch das Gehirn zu vollkommnerer Entwicklung erregt wird. Das venöse Blut aus der absteigenden Hohlvene gehe dagegen durch das rechte Herz zu der absteigenden Aorta, und von hier aus, nachdem es mit der geringen Menge von der aufsteigenden Aorta überströmenden Bluts vermischt sey, theils in die Arterien der untern Körperhälfte, theils zur wiederholten Respiration durch die Nabelarterien zur Placenta. Man nannte dieses die Circulation in Form einer 8.

§. 206.

Nach der Sabatier'schen Theorie, zu welcher sich auch Bordeu und Bichat bekannten, gelangt also in das rechte Herz gar kein Blut aus der untern Hohlvene, und auch aus dem linken Vorhofe kann kein Blut durch das foramen ovale überströmen, weil die Klappe des eirunden Lochs dieses verhindert. Nun aber zeigte C. F. Wolff (Novi Comment. Acad. scient. Imperial. Petrop. Tom. XX, p. 357—430, Tab. VII, VIII), daß in der That die untere Hohlvene nicht eigentlich in den rechten Vorhof münde, sondern daß sie vielmehr sich mit zwei Aesten, welche oben von der Scheidewand der Vorkammer (dem Isthmus Vieussenii) getrennt würden, in beide Vorhöfe zugleich (mit einem linken Ast in den linken Vorhof, mit einem rechten Ast in den rechten) münde. Die Mündung des rechten Astes springe, durch eine Falte der innern Haut der Vene, in den rechten Vorhof vor, und diese vorspringende Falte sey die valvula Eustachii, und ähnlich bilde sich die valvula foraminis ovalis im linken Vorhofe. Beim Kalbsherzen sehe man sich die Vene in dem linken Vorhofe sogar durch einen vollständigen Canal fortsetzen, eine Bildung, die auch Kilian beim Schafe nachgewiesen hat, und mit welcher zusammenhängt, daß der linke Ast höher hinaufreicht, und den rechten in das rechte Atrium gleichsam als einen untern Zweig abgibt. Uebrigens münde bis zum vierten Monat die untere Hohlvene ganz (wie auch Haller fand) in den

linken Vorhof, und später erst bilde sich mit der Entwicklung der Scheidewand die Mündung in den rechten Vorhof aus. Daher sey anfangs die linke Mündung noch die größere, die rechte viel enger; nach und nach werde die rechte Mündung größer und die linke verengere sich; aber noch in den letzten Monaten gelangen zwei Drittheile des Bluts der untern Hohlvene in den linken, und ein Drittheil in den rechten Vorhof. Hiernach widerlegte nun Wolff die Theorie von der Ansammlung und der Vermischung des ganzen Bluts der untern und der obern Hohlvene im rechten Vorhof, und von dem Ueberströmen dieses Gemisches aus dem rechten in den linken Vorhof dadurch, daß es unmöglich sey, daß bei der gleichzeitigen Contraction beider Vorkammern aus einer in die andere Blut überströme, und daß auch wirklich gar nicht alles Blut der untern Hohlvene in den rechten, sondern vielmehr der größte Theil sogleich aus der untern Hohlvene in den linken einströme, und zeigte, daß der geringere, in den rechten Vorhof aus der untern Hohlvene ergossene Theil auch in Verbindung mit dem Blute der obern Hohlvene geradezu in die rechte Herzkammer übergehe. Hierdurch wird also die Sabatier'sche Theorie, nach welcher alles Blut der untern Hohlvene durch die Eustachische Klappe aus dem rechten in den linken Vorhof gelange, modificirt; denn erstens ist es nicht die Eustachische Klappe, welche das Blut in den linken Vorhof führt, sondern die linke Mündung der untern Hohlvene selbst, und zweitens gelangt nicht in allen Perioden alles Blut der untern Hohlvene in den linken Vorhof, sondern nach der Bildung der Scheidewand der Vorkammern nur der größere Theil, während ein kleinerer Theil in den rechten Vorhof geht, um mit dem Blute der obern Hohlvene durch das rechte Herz und den Botalli'schen Gang in die absteigende Aorta überzugehen, während im übrigen die Sabatier'sche Theorie ihre Richtigkeit behält. Nach dieser Kenntniß der Dinge mußte man nun immer noch annehmen, daß mit dem Blute der Nabelvene die große Menge venösen Bluts, welches beim Erwachsenen aus den untern Extremitäten, den Nieren u. s. w. in die untere Hohlvene gelangt, sich mit dem Nabelvenenblute vermische, und daß also das ins linke Herz ergossene Blut immer noch ein sehr venöses sey. Nach den oben angeführten schönen Untersuchungen von Stark lernen wir aber noch eine andere Einrichtung kennen, nämlich die eigenthümliche Bildung der vena azygos im Fötus, durch

deren unmittelbaren Zusammenhang mit den Venen der untern Extremitäten das Blut dieser gar nicht in die untere Hohlvene, sondern durch die vena azygos in die obere Hohlvene übergeht, und also direct ins rechte Herz gelangt, während es vorzüglich nur die Wurzeln der Pfortader sind, deren Blut sich, mit dem Nabelvenenblute vermischt, ins linke Herz ergießt. Auf diese Weise erscheint also allerdings das arterielle und venöse Blut im Fötus mehr von einander geschieden, als man es nach den frühern Ansichten glauben konnte. Indessen ist diese Trennung immer keine ganz vollständige, und kann auch, der unvollkommenen Differenz von Arterien- und Venenblut im Fötus nach, keine vollständige seyn; denn die Nabelarterien entspringen aus der untern Aorta, welche auch zur Ernährung aller untern Körpertheile das Blut abgibt, zum Beweise, daß das darin enthaltene Blut nicht vollkommen venös ist, und andererseits zeigen sich doch besonders in der letzten Zeit des Fötuslebens schon so starke Verbindungen der untern Hohlvene mit den Venen der Extremitäten, daß nicht alles Blut der letztern von der untern Hohlvene ausgeschlossen werden zu können scheint, obgleich die Anastomosen der vena azygos entweder mit den Nierenvenen oder mit den Lumbarvenen oder der vena cava selbst durch das ganze Leben fortbestehen. Wir sehen aber doch zwei Organe, nämlich die Leber als Centralorgan des vegetativen Lebens, und das Gehirn als Centrum des animalen Lebens mit dem reinsten arteriellen Blut, welches sich im Fötus bildet, ernährt, und zwar die Leber direct durch einen Zweig der Nabelvene, das Gehirn von der aufsteigenden Aorta aus. Bichat hatte die sonderbare Idee, daß zwar das Gehirn seine schnelle Entwicklung dem reinern Blute, welches ihm durch die aufsteigende Aorta zugeführt werde, zu verdanken habe, daß aber das in die Leber geführte Nabelvenenblut vielmehr dort erst durch Entkohlung gereinigt werde. Indessen hat der directe Zufluß von Nabelvenenblut zur Leber offenbar denselben ernährenden Zweck, wie im Gehirn; denn erstens sieht man nicht ein, wozu ein Theil des eben aus dem Respirationsorgane des Fötus zurückkehrenden Bluts einer nochmaligen Reinigung unterworfen werden sollte, während der ungereinigte andere Theil direct zum Gehirn fließt, und zweitens zeigt die starke Entwicklung der Leber im Fötus auch eine nothwendige reiche Ernährung an. Jedoch hat das Nabelvenenblut nicht allein die Bedeutung des rein arteriellen Bluts,

sondern es vereinigt in sich vielmehr die Natur der Lymphe und des Arterienbluts, insofern es zugleich den bildenden Stoff und dessen erhöhte Lebenserregung durch die Respiration zugleich in sich trägt. Am deutlichsten sieht man dieß im Embryo der Vögel verwirklicht, wo die Nabelvene aus zwei verschiedenen Theilen: 1) der Allantoidenvene, welche das Blut völlig arteriell aus den Gefäßen der Allantoide bringt, und 2) der Dottervene, welche den nährenden Stoff diesem arteriellen Blute hinzuträgt, besteht. Der Stamm der Nabelvene enthält hier also eine wirkliche Vermischung von respirirtem Blut, und von mit nährendem Stoffe geschwängertem Blut aus verschiedenen Organen, und kann also nicht die alleinige Bedeutung des Arterienbluts haben. Obgleich bei den Säugethieren diese räumliche Sonderung von zweierlei Blutarten nicht mehr dauernd vorhanden ist, so ist doch die Bedeutung beider in dem Nabelvenenblute vereinigt, indem die Placenta zugleich die Functionen der Allantoide und des Dottersacks erfüllt. Wo eine Darmrespiration stattfindet, wie durch die Schwimmblase bei den Fischen, oder wo die Allantoidenrespiration in der erweiterten Harnblase fortdauert, wie bei den Fröschen und Schildkröten, da erhält sich fast die ganze Function der Nabelvene in der Pfortader, in welcher sich die Venen beider Organe vereinigen. Dagegen erhält bei den Säugethieren nach der Geburt die Pfortader eine mehr eigenthümliche Bedeutung, die eine bestimmte Beziehung auf die Assimilation hat, während in der Nabelvene die Producte des ganzen Assimilations- und Respirationsprocesses der Placenta zugleich enthalten sind.

Mechanismus der centralen Blutbewegung bei den Amphibien.

§. 207.

Cuvier nahm bei allen Amphibien eine Vermischung des Körper- und Lungenbluts in den Abtheilungen des Herzventrikels an, die nur bei den Krokodilen nicht so vollständig sey, als bei den übrigen (Vorles. üb. vergleich. Anat. 4, 64). Doch erkannten schon Meckel (vergl. Anat. 5, 213), Schlemm (Tiedemann, Zeitschr. f. Phys. 2, 1) und Retzius (Verhandl. d. schwed. Akad. d. Wissensch. 1830, Isis 1832), daß wahrscheinlich bei allen beschuppten Amphibien nur eine theilweise Vermischung von Arterien- und Venenblut im Herzen stattfinde, indem nach Meckel das Lun-

genblut sich aus der linken Vorkammer in die linke Kammer ergießt, und aus dieser in die Aorten getrieben werde, während das Hohlvenenblut in die beiden Abtheilungen der rechten Kammer ergossen, und von hier, ganz oder theilweise, in die Lungenarterien getrieben werde; womit die Beobachtungen von C. A. S. Schulze übereinstimmen, der in den beiden Aorten einer geöffneten lebenden Schlange hellrothes, dagegen in der Lungenarterie dunkelrothes Blut sich bewegen sah (Isis 1831, Heft VIII, S. 993). Doch herrscht darin eine Verschiedenheit der Ansicht, daß Carus annahm, daß nur der rechte Aorten-, Carotiden- und Axillararterienstamm der Eidechsen aus dem linken Ventrikel arterielles Blut erhalte, dagegen die linke absteigende Aorta und die Lungenarterie aus den Abtheilungen des rechten Ventrikels venöses Blut erhielten; M. J. Weber (Beitr. z. Anat. S. 32) dagegen sucht eine vollkommene Trennung beider Blutarten im Herzen und den großen Gefäßen darzuthun. Auch Weber sagt, daß das arterielle Blut der linken Vorkammer in die linke Kammer, und das venöse der rechten Vorkammer in die beiden durch eine Muskelleiste geschiedenen Abtheilungen der rechten Kammer gelange. Aber in der Erklärungsart, wie nun von hier das Blut in die Arterien fließe, weicht er ab. Nach Meckel wird das Blut der linken Kammer durch die Oeffnung in der Scheidewand gerade in die beiden Aorten getrieben, dagegen behauptet Weber, daß bei der Contraction des Herzens das venöse Blut der rechten Kammer zuerst ganz in den durch die Muskelleiste geschiedenen conus arteriosus übertrete, und nun die Muskelleiste sich an die Kammerwand anlege, und diese Abtheilung ganz schließe, so daß aus ihr nur das venöse Blut in die Lungenarterie treten könne. Gleichzeitig mit dem Austreiben des Bluts aus der Kammerabtheilung in den conus arteriosus ströme nun das arterielle Blut durch die Communications-Oeffnung in den rechten Ventrikel, und aus diesem erst in die Aorten. Indessen ist zu bemerken, daß gegen ein Ueberströmen des Bluts aus einer Kammerabtheilung in die andere, bei gleichzeitiger Contraction aller Abtheilungen, dieselben Gründe sich erheben werden, welche Wolff schon gegen das Ueberströmen des Bluts aus dem rechten in den linken Vorhof beim Fötus geltend gemacht hat. Es ist also nur möglich, daß bei der Contraction durch Anschließen der Muskelleiste zwischen den rechten Kammerabtheilungen an die gegenüberliegende Wand der Kammer

derjenige Theil des Bluts in dem conus arteriosus eingeschlossen ist, welcher schon während der Diastole sich darin angesammelt hatte; dagegen muß der Theil, welcher in der zweiten Abtheilung zugleich mit eingeströmt war, nothwendig in dieser Abtheilung bleiben, nur daß er von dem im conus arteriosus enthaltenen Theil isolirt wird. Auf diese Weise ist es dann aber nicht anders möglich, als daß nun dieser Theil des venösen Bluts sich mit dem arteriellen Blute der linken Kammer vermischt, indem beide zugleich gegen die Aortenmündungen getrieben werden. Es gelangt also nicht alles venöse Blut des rechten Ventrikels in die Lungenarterie, sondern ein Theil geht mit dem arteriellen Blute vermischt in die Aorta über. Man könnte es nun wahrscheinlich finden, daß der größere Theil des vom Conus ausgeschlossenen venösen Bluts in die linke absteigende Aorta, dagegen mehr reines arterielles Blut in die rechte aufsteigende Aorta getrieben werde, doch läßt sich hierüber schwerlich bestimmt entscheiden, und die unvollkommene Hirnentwicklung der Amphibien läßt kaum erwarten, daß ihm mehr arterielles Blut zuströmt, als andern Theilen. Im Ganzen hat die centrale Blutbewegung der beschuppten Amphibien große Aehnlichkeit mit der beim Fötus des Menschen. Nur geschieht eine theilweise Zumischung des arteriellen Bluts zu dem venösen beim Fötus in den Vorkammern; bei den Amphibien findet sich die Zumischung eines Theils des Venenbluts zum Arterienblut in den Kammern.

Da bei den Amphibien überall eine Verbindung der Lungenarterie und der Aorta durch Gefäßbogen stattfindet, so kann, bei gehemmter Respiration, z. B. während des Untertauchens, wo weniger Blut durch die Lungen fließt, das venöse Blut sogleich wieder in die absteigende Aorta geleitet werden, und nun findet bloß eine Hautrespiration statt. Diese Thiere haben daher auch eine zeitlebens offene Nabelvene (v. epigastrica), deren Blut in der Harnblase und in der Haut eine Wasserrespiration beim Untertauchen erfährt, und das venöse Blut der absteigenden Aorta wird zugleich in jene Theile wie durch Nabelarterien verbreitet. Bei tauchenden Säugethieren und Vögeln (Fischottern, Robben) wird dagegen nicht, wie man früher glaubte, durch bleibende Fötalbildung des Herzens das Venenblut in die Arterien übergeführt, sondern es sammelt sich während der unterdrückten Respiration in sehr starken sackförmigen Erweiterungen der untern Hohlvene an, und nur das wenige durch

die Lunge gehende Blut kommt in das arterielle System (Cuvier, vergl. Anat. von Meckel IV, 113, 122).

§. 208.

Bei den Batrachiern scheint, ungeachtet der Trennung des venösen und arteriellen Bluts in den Vorkammern, in der einfachen Kammer, oder wenn hier nicht völlig, doch in der Aorta, eine Vermischung beider Blutarten stattzufinden, daher denn auch Spallanzani den Unterschied von venösem und arteriellem Blute bei diesen Thieren ganz und gar läugnete. Insofern indessen die Aorta im Innern durch eine Längsfalte in zwei Abtheilungen getheilt ist, entsprechend den beiden Herzhälften, so könnte hierdurch, wenigstens zum Theil, das venöse Blut abgesondert zu den Lungenarterien geleitet werden; doch zeigt die geringe Differenz des Bluts in den Körpervenen und Arterien, daß die Trennung nicht vollständig ist. Die centrale Blutbewegung in den Amphibien hat ein großes Interesse für die Physiologie, weil häufig eine ähnliche Modification in Mißbildungen beim Herzen des Menschen, das auf der Stufe niederer Entwicklung stehen geblieben ist, sich zeigt. Bei diesen Mißbildungen dauert denn, wie bei den Amphibien, die unvollkommene Differenz von Arterien- und Venenblut auch nach der Geburt fort, so daß durch die mehr venöse Beschaffenheit des Arterienbluts und dessen stärkern Andrang nach der Peripherie durch das im Verhältnisse zu den Gefäßen größere Herz (§. 108) eine livide Hautfärbung entsteht, welche man in der blauen Krankheit (morbus coeruleus) sieht, der gewöhnlich solche Herzfehler zum Grunde liegen. Früher glaubte man, daß das Offenbleiben des eirunden Lochs nach der Geburt allein den Uebergang des venösen Bluts in die Arterien bedinge, indessen finden sich Fälle vom Offenbleiben desselben, auch bei Erwachsenen (Meckel pathol. Anat. 1, 450), und wo es in der Blausucht offen gefunden wird, ist es mehr Folge als Ursache der Krankheit. Mit der unvollkommenen Herzausbildung ist nothwendig eine mangelhafte Lungenbildung verbunden: daher finden sich gewöhnlich die Zweige der arteriellen Vene (Lungenarterie) verengert, und der Stamm unmittelbar noch in die absteigende Aorta übergehend, womit entweder eine einfache Vorkammer- und Kammerbildung (Reils Archiv 4, 448) oder eine getrennte Vorkammer mit ungetrennter Kammerbildung zusammenhängt (Meckel l. c.

Tiedemann Zoologie 1, 177). Die fortdauernde Richtung eines Theils des Hohlvenenbluts zur linken Vorkammer entsteht also durch die unvollkommene Attraction des venösen Bluts von den Lungen, während im normalen Zustande die gänzliche Absorption alles Bluts der untern Hohlvene vom rechten Herzen durch die verstärkte Anziehung des Venenbluts von dem peripherischen Systeme der Lungen allein bedingt ist, so daß der Botalli'sche Gang nun kein Blut mehr führt, weil der ganze Strom von ihm nach den Lungen abgeleitet wird. In dem Maße, als nun das peripherische System der Lungen die Stelle der Placenta vertritt, strömt durch die venösen Arterien in gleichem Verhältniß Arterienblut zum linken Herzen, und füllt sowohl die Zweige der aufsteigenden als auch der absteigenden Aorta, so daß diese auch kein Blut aus dem Botalli'schen Canal mehr aufnehmen kann. Der Botalli'sche Canal und das eirunde Loch verwachsen also, weil kein Blut mehr durch sie strömt, und keineswegs wird der Blutstrom durch sie darum verhindert, weil sie verwachsen, daher denn auch das Offenbleiben des eirunden Lochs keineswegs Ursache der blauen Krankheit, sondern Folge der mangelnden Attraction des Bluts durch die Lungen ist.

Der Bildungs- und Erregungsproceß.

§. 209.

Wir haben den Zweck der Circulation bereits bei Betrachtung der besondern Richtungen ihrer Glieder immer angedeutet, und haben nur noch das Wesen desselben im Allgemeinen zusammenzufassen, insofern es auf den Bildungs- und Erregungsproceß überhaupt gerichtet ist. Der Bildungsproceß ist eine Wiederholung des Zeugungsprocesses in allen Gliedern der Organisation, und der Keim, aus dem sich dieser Zeugungsproceß wiederholt, ist das Blut. Dieses muß sich wie der Keim, also immerfort, erstens selbst aus den Nahrungsstoffen bilden, und dann wieder in die Substanz der Organe verwandeln, so daß das Blut in einem fortgehenden Bildungs- und Auflösungsprocesse seiner selbst begriffen ist. Bei der Bildung entwickelt das Blut die beiden Gegensätze des animalen und vegetativen Systems immer gleichzeitig, wie der Keim. Man sieht daher in neu reproducirten Gliedern, z. B. den abgeschnittenen Theilen der Salamander, alle organischen Systeme gleichzeitig entstehen. Aehnlich ist es mit der Reproduction der Geweihe bei den

hirschartigen Wiederkäuern. In der jungen Basthaut um das Geweihe finden sich Nerven, Gefäße, Zellgewebe und Knochen aus dem Blute gebildet. Die Haut mit den Nerven und Gefäßen stirbt nun nach vollendeter Bildung früher ab, so daß der Knochenkern allein als Geweih übrig bleibt. Wie das Circulationssystem zur Vermittlung dieses Processes als Resultat der Assimilation und als Quell der Bildungen die Einheit des vegetativen Lebens bildet, haben wir gesehen, und ebenso wie die Circulation in sich durch Vereinigung alles Bluts in einem Centralorgane die Einheit des Bildungsprocesses aller Organe ist; wir betrachten nun den Proceß an sich noch näher.

Der Bildungsproceß selbst ist nur als Selbsterregung überhaupt ähnlich wie das Keimen zu verstehen, indem die eigenen Glieder der Organisation: das Blut und die Organe, sich gegenseitig in Wechselwirkung befinden. Allein man kann hierin zwei Richtungen unterscheiden, in deren einer mehr die Stoffbildung, in der andern mehr die Erregung vorwaltet, und man kann vorzugsweise die erste den Bildungsproceß, die letztere den Erregungsproceß nennen, von denen der erstere mehr dem vegetativen, der letztere mehr dem animalen Leben entspricht. Im Blute selbst scheint der Bildungs- und Erregungsproceß, jeder vorwaltend, von einem der beiden lebendigen Bestandtheile bedingt, so daß der Bildungsproceß vorzugsweise von dem Plasma, der Erregungsproceß vorzugsweise von den Blutbläschen ausgeht. Man erkennt dieses im Allgemeinen schon daran, daß in der niedern Thierwelt, wo der Bildungsproceß über die Erregung vorwaltet, das Blut fast allein aus Plasma besteht, und gar keine oder nur wenige Bläschen besitzt, daß dagegen bei den höhern Classen mit der Zunahme der Blutbläschen auch der Erregungsproceß sich mehr entwickelt. Auch in der Entwicklung des Embryo treten ähnliche Verhältnisse ein. Hiermit hängt zusammen, daß sowohl die Verminderung als die Erhöhung des Erregungsprocesses, vorzüglich durch die verschiedenen Zustände, in denen sich die Bläschen befinden, und ebenso die Abnahme und Steigerung des Bildungsprocesses durch den verschiedenen Zustand des Plasma bedingt seyn werden. Da nun in den Organen des animalen Lebens der Erregungsproceß, in den Organen des vegetativen Lebens der Bildungsproceß vorwaltet, so ist es natürlich, daß die verschiedenen Zustände der Blutbläschen ihre

Wirkung hervortretend auf das animale Leben, die Veränderungen des Plasma aber ihren Einfluß besonders auf das vegetative Leben äußern werden. Man könnte sagen, daß, wie der identische Keim bei der Entwicklung sich in die Gegensätze des vegetativen und animalischen Lebens scheidet, auch das Blut diesem entsprechend den Unterschied von Plasma und Blutbläschen in sich entwickelt, ohne darum zu behaupten, daß nun in den Blutbläschen der Keim für die Bildung der animalen Organe, und in dem Plasma der Keim für die Bildung der vegetativen Organe enthalten sey, denn es ist die vereinte Wirkung von beiden Blutbestandtheilen in der Erhaltung aller organischen Systeme nothwendig, aber bald mit einem Uebergewichte der Thätigkeit des einen, bald mit einem Uebergewichte des andern. Wo also nur irgend eine Erregung auch im vegetativen Leben stattfindet, da werden die Blutbläschen das Erregende seyn, wie wir denn bereits gezeigt haben, daß sie zur Bildung des Plasma selbst sogar beitragen, und daß der Lebenszustand des Plasma durch den verschiedenen Zustand der Bläschen sogleich verändert wird, und wo irgend eine Bildung geschieht, sey es im animalen oder im vegetativen Systeme, da wird das Plasma vorzugsweise mitwirken.

Transfusion.

§. 210.

Insofern nun das Plasma das eigentlich bildende in allen Organen ist, so kann man dieses als den eigentlichen Träger des Blutlebens und als den Keim der Bildungen vorzugsweise betrachten, und das Plasma wird so, wie der Keim ideal nur alle Bestimmungen zur Entwicklung eines gewissen thierischen oder pflanzlichen Individuums in sich enthält, auch nur die Fähigkeit besitzen, den Zeugungsproceß in demjenigen Körper zu wiederholen, der es selbst erzeugt hat. Denn ebensowenig, als sich aus einem Keim einer bestimmten Species eine andere entwickeln kann, ebensowenig wird das Plasma des Bluts eines Thieres auch zur Ernährung eines andern dienen können, wogegen aber die Blutbläschen, als das Erregende überhaupt, schon ein etwas allgemeineres Verhältniß zur Organisation haben können. So wird man denn außer Stande seyn, durch die Transfusion des Bluts aus einem Thier in die Adern des andern den Ernährungsproceß zu erhalten, wenn die Blutbil-

dung im Körper selbst nicht mehr möglich ist, und hierin zeigt sich überhaupt, daß man bei der Transfusion die zweierlei Wirkungen des Bluts, die bildende und die erregende, wesentlich von einander zu unterscheiden hat, und daß die meisten von den hohen Erwartungen über die Verjüngung und Ernährung des Körpers, welche man früher von der Transfusion des Bluts hatte, bei näherer Einsicht in die Natur des Bluts sich von selbst als durchaus nichtig darstellen. Die Erfahrung bestätigt es. J. Blundell (research. physiological and pathological, Lond. 1814, p. 139) hat es versucht, Kranken, deren Verdauungskräfte gesunken waren, Blut von andern Menschen in die Adern zu flößen; aber obgleich sie sich augenblicklich zu erholen schienen, so wurden sie doch wieder kraftlos und ihr Leben nicht erhalten. Ferner versuchte Blundell einem Hunde drei Wochen lang keine Nahrung und nur Wasser zum Trinken zu geben, dafür aber demselben von einem andern Hunde nach und nach 84 Unzen Blut in die Venen zu spritzen. Dabei wurde das Thier aber krank, magerte nach und nach so ab, daß es von seinem ursprünglichen Gewicht von 26 Pfund sieben Pfund verlor, und nach Ablauf der drei Wochen starb. In dieser Zeit würde er auch am Hungertod erst gestorben seyn, wenn er ohne Transfusion gehungert hätte. Blundell glaubt zwar, daß die unregelmäßige Transfusion und das Offenhalten der Wunde Antheil an dem Tod gehabt hätten, indessen sterben Hunde, denen man bei gehöriger Fütterung von Zeit zu Zeit Blut infundirt, nicht. Die ganze Substanz des fremden Bluts scheint also durch die Resorptionsorgane wieder ausgeleert zu werden. Lower hatte schon versucht, einem Hunde von Zeit zu Zeit Blut abzulassen, und ihm dafür Blut von andern Hunden in die Adern zu spritzen. Diese blieben eine Zeit lang am Leben (Scheel, Transfusion I, 48). Lower glaubte nun, daß dieser Hund am Ende ganz fremdes Blut in den Adern gehabt haben müsse, was aus dem Versuch aber gar nicht folgt, indem das fremde Blut, wie jede andere fremde Flüssigkeit, aus dem eigenen Blut ausgeschieden wurde, und dafür reines Blut durch den Assimilations- und Resorptionsproceß entstand. Prevost und Dumas bemerkten daher nach solchen Versuchen schleimige, selbst blutige Ausleerungen (Bibl. univ. XVII, 306). Wie andere milde, fremde Flüssigkeiten, so kann zwar auch eine bestimmte Quantität fremden Bluts, ohne große Störung des Lebens, den Thieren und selbst dem

Menschen in die Adern gebracht werden, und Denis und Emmerez wollen einem Menschen bis 20 Unzen, King 10 Unzen Lammblut ohne Nachtheil transfundirt haben (Scheel l. c. I, 92, 130), allein der Sohn des schwedischen Ministers Bond, dem man Kalbsblut transfundirt hatte, starb nach abermaliger Transfusion, obgleich er das erste Mal von dem Fieber und den Krämpfen, woran er litt, etwas gebessert schien. King fand immer, daß Schafe, Hunde, Kälber, deren Blut er vertauschte, nach der Menge des transfundirten Bluts (auch wohl nach dem Grade der Lebensfähigkeit) entweder binnen 24 Stunden oder doch nach mehreren Wochen spätestens starben, was auch Blundell, Prevost und Dumas und Dieffenbach gefunden haben, so daß man sogar eine positiv nachtheilige Wirkung bemerkt. Nach den merkwürdigen Versuchen von Dieffenbach starben Vögel nach der Transfusion von geringen Mengen Säugethierbluts, was auch Prevost und Dumas fanden, wie denn auch schon Rosa eine Schildkröte an transfundirtem Kalbsblute sterben sah (Scheel II, 152), und Gaspard einen Hasen an Schneckenblut (Magendie, Journ. de Phys. II, 338).

§. 211.

Ich wünschte zu erfahren, ob hier das Plasma wie das ganze Blut wirke, und spritzte einem Huhne Pferdeblutplasma in die Hohlvene. Es starb bald unter krampfhaften Bewegungen. Wenn man milde, nährende Substanzen, die durch den Assimilationsproceß in Blut verwandelt werden können, anstatt des fremden Bluts in die Adern spritzt, so kann man auf diese Weise eher als durch fremdes Blut den Bildungsproceß unterhalten. Säugende Hündchen sterben nach einigen Tagen, wenn man sie hungern läßt. Ich habe einem solchen von der Mutter abgesonderten Hündchen täglich einige Mal blutwarme Milch, in Quantitäten von ½ Unze, in die Venen gespritzt, um zu sehen, ob es dadurch länger erhalten werden könnte, als wenn es hungerte. Es wurde auf diese Weise fünf Tage völlig gesund erhalten, und konnte nachher durch ferneres Saugen sein Leben erhalten. Ich erkläre mir diesen Vorgang so, daß die Milch aus dem Blut in die Milz und die Mesenterialdrüsen abgelagert, und hier auf die oben auseinandergesetzte Weise in Blut umgewandelt, also völlig assimilirt worden ist, was auch schon deßhalb wahrscheinlich ist, weil man häufig wirkliche Absorption von Milch durch

die Blutgefäße bei jungen Thieren findet. Das fremde Blut erscheint also viel weniger assimilirbar, als die Milch.

§. 212.

Obgleich nun das Blutplasma selbst in seinen Eigenschaften nicht verändert seyn kann, ohne den Bildungsproceß zu stören, so scheint doch bei einer normalen Beschaffenheit des Plasma die veränderte Qualität der Bläschen weniger Einfluß auf den Bildungsproceß zu haben. Man sieht daher, daß selbst durch venöses Blut, in welchem die Blutbläschen vorzüglich verändert sind, der Bildungsproceß im vegetativen Leben immer noch unterhalten werden kann, wie denn sowohl die niedern Thiere, z. B. die Mollusken, überhaupt eine mehr venöse Beschaffenheit des Bluts haben, und bei den winterschlafenden Säugethieren die ganze Blutmasse durch Hemmung des Respirationsprocesses fast gleichartig venös wird, ohne daß der Vegetationsproceß aufgehoben wäre. Ueberhaupt kann ein hoher Grad von Plasticität mit einem hohen Grade von Venosität des Bluts sehr wohl neben einander bestehen, und es gibt Modificationen des Bluts, wo eine ganz dunkle Farbe der Bläschen mit einem großen Gehalt an Plasma verbunden ist, wie in dem cholerischen Temperament. Solches Blut ist mehr bildend als erregend, und es scheint, als ob es diese Verbindung von Eigenschaften besonders wäre, welche das Blut für das Gehirn gefährlich macht und zu Schlagflüssen disponirt. Umgekehrt kann eine sehr arterielle Beschaffenheit der Bläschen mit einem geringen Gehalt an Plasma verbunden seyn, so daß das Blut in seinen nährenden und reizenden Eigenschaften sich ganz verschieden verhält, wie in dem sanguinischen Temperament.

Bichat glaubte zwar gefunden zu haben, daß bei langsam erstickten Thieren, deren Blut durch die aufgehobene Respiration ganz venös geworden war, die Secretionen der Galle und des Urins aufgehoben, oder doch vermindert worden wären, und schloß daraus, daß der Erstickungstod durch die aufgehobenen Secretionen erfolge (sur la vie et la mort p. 280). Allein wir sehen ja in Ohnmachten bei unterdrückter Respiration das vegetative Leben, nach aufgehobenem Bewußtseyn und animalen Functionen, oft sehr lange durch das venöse Blut fortdauern, und es leidet keinen Zweifel, daß die Beschaffenheit der Blutbläschen keinen directen Einfluß auf

den Bildungsproceß hat, und erst dadurch zuletzt auf denselben einwirkt, daß das Plasma selbst in seiner Natur verändert wird.

Die specifischen Veränderungen im Plasma scheinen es auch nur zu bedingen, daß, wie Viborg beobachtete, das Blut rotziger Pferde, in gesunde transfundirt, in diesen auch diese Krankheit hervorbrachte (Scheel l. c. II, 162); denn ich finde die Blutbläschen im Blute rotziger Pferde nicht im mindesten verändert, aber das Plasma sieht immer trübe und schmutzig gelbgrau aus, und unterscheidet sich sehr auffallend von dem Plasma des Bluts gesunder Pferde.

§. 213.

Dagegen zeigten aber die Blutbläschen einen directen Einfluß auf den Erregungsproceß, der sich besonders in den Erscheinungen des animalen Lebens kund gibt, dessen Functionen durch die verschiedene Beschaffenheit der Blutbläschen im venösen und im arteriellen Blute direct erhöht oder vermindert werden. Empfindung und Bewegung sind es besonders, welche durch die arterielle Beschaffenheit der Bläschen leicht erhöht und durch ihre venöse Qualität vermindert werden. In dieser Beziehung sind die Versuche von Bichat von Interesse, in denen nach Einspritzung von Venenblut in die Schenkelarterie desselben Thiers der Schenkel gelähmt und fühllos wurde (l. c. 279), und nach Ueberleitung von Venenblut eines erstickenden Hundes in die Carotis eines gesunden, dieser bald betäubt und fühllos wurde (l. c. 243). Ueberhaupt sehen wir beim Erstickungstode und in Ohnmachten immer die Functionen des animalen Lebens zuerst schwinden, in dem Maße, als das Blut venös in die Arterien geht. Umgekehrt werden nun die Functionen des animalen Lebens durch mehr arterielle Beschaffenheit der Bläschen erhöht, ohne daß das vegetative Leben sich steigerte. Man sieht dieß im Allgemeinen schon an der Aufgeregtheit der Bewegung und Empfindung, in dem sanguinischen Temperamente, wo das ganze Blut mehr eine arterielle Röthe annimmt. Aber das bildende Leben ist in diesem Temperament eher vermindert als erhöht, während das Umgekehrte im phlegmatischen Temperamente stattfindet, dessen mehr venöse Blutbeschaffenheit den Bildungsproceß überwiegend begünstigt. Hiermit scheint nun die temporäre Wirkung zusammenzuhängen, welche die Transfusion des Bluts auf die Wiederbelebung

der animalen Functionen in Ohnmachten und Scheintod nach Verblutungen zeigt. Verblutete Thiere können durch Transfusion von fremdem, venösem Blut in den animalen Functionen wieder belebt werden, d. h. augenblicklich Empfindung und Bewegung wieder erhalten, wie schon Hufeland an Schafen beobachtete, und später Blundell (Research. phys. p. 93). Das venöse transfundirte Blut wird nämlich vom Herzen zu den Lungen geführt, und seine Blutbläschen können hier durch Einwirkung der Luft ebenso gut arteriell werden, wie die eigenen Blutbläschen des Thiers selbst; sie erhalten also die erregende Kraft, ohne daß darum das Plasma eine bildende für das Thier erhielte, und können also das Nervensystem und die Muskeln zu Thätigkeit erregen. Dieß kann auch geschehen, wenn das Blut einer verschiedenen Thierspecies transfundirt wird, aber ungeachtet der augenblicklichen Wiederbelebung sterben die Thiere später doch, wie denn Scheel (Transfusion II, 226) einen verbluteten Hund durch transfundirtes Pferdeblut wieder belebte, der noch denselben Tag starb, und Blundell durch Verblutung scheintodte Hunde mit Menschenblut wieder zu sich brachte, die aber ebenfalls, entweder sogleich oder einige Tage nachher, starben (l. c. p. 83, 86, 88). Dieffenbach und Prevost haben ähnliche Beobachtungen gemacht. Da indessen, ungeachtet das Plasma des transfundirten Bluts zur Ernährung nicht fähig ist, und zur Wiederbelebung der animalen Functionen eine geringere Menge Blut nöthig ist, als durch Verblutung verloren wurde, wie Blundell schon beobachtete (l. c. p. 96), und wie ich ebenfalls bestätigt finde, so scheint die Transfusion bloß zum Zwecke der Wiederbelebung und Aufregung der animalen Functionen doch in gewissen Fällen mit Nutzen angewendet werden zu können, besonders wenn das Blut derselben Thierspecies, oder des Menschen, wenn die Operation beim Menschen angestellt wird, genommen wird, da dieses nicht so fremdartig wirkt, daß es nicht nach der Wiederbelebung wieder, ohne weiteren Nachtheil zu verursachen, ausgeschieden werden könnte; und die Vorschläge von Blundell, in Zuständen von Ohnmachten nach Verblutungen (z. B. durch Mutterblutflüsse bei Frauen) die Transfusion anzuwenden, scheinen sehr beachtenswerth. Allein man muß dabei nicht von der Idee ausgehen, daß auch der Bildungs- und Ernährungsproceß durch die Trans-

fusion des fremden Bluts wieder hergestellt werden könnte, denn wo nach der Wiederbelebung die eigenen Lebenskräfte nicht hinreichen, sich zur Fortsetzung des bildenden Lebens eigenes Blut durch Assimilation zu bilden, da wird die Transfusion auch ohne Wirkung bleiben.

§. 214.

Die Fähigkeit, den Erregungsproceß zu unterhalten, scheinen die Blutbläschen bloß durch das bei der Respiration absorbirte Sauerstoffgas zu erhalten, das sich auch dann noch leicht mit ihnen verbindet, wenn die Blutbläschen im Serum schwebend erhalten werden, nachdem durch die Gerinnung die Fibrine, als der eigentlich plastische Theil des Bluts, abgeschieden ist. Prevost und Dumas fanden, daß zur Wiederbelebung auch geschlagenes Blut, d. i. ein bloßes Gemenge von Serum und Blutbläschen in die Adern gespritzt werden könne, und da die Blutbläschen in diesem Gemenge beim Durchgange durch die Lungen ebenfalls arteriell werden müssen, so ist die Wirkung dieselbe, als wenn reines Blut transfundirt wird, das auch nur durch den Bläschengehalt wiederbelebt. Ich habe schon erwähnt, daß transfundirtes Plasma von Säugethieren sogar eine nachtheilige Wirkung auf Vögel hat. Dieffenbach (Transfusion d. Bluts, Berlin 1828) und Prevost und Dumas fanden, daß auch infundirtes warmes Serum oder warmes Wasser keine wiederbelebende Wirkung äußere, dagegen aber Rosa (lettere fisiologiche, Napoli 1788) durch warmes Serum und warme Milch eine, wenn auch nur vorübergehende Belebung sah. Diese verschiedenen Resultate veranlaßten mich zu dem Versuche, Serum mit Sauerstoffgas zu schütteln und dann zu injiciren. Ich habe gefunden, daß das mit Sauerstoffgas geschwängerte Serum auf verblutete Hunde fast noch erregender wirkt, wie geschlagenes Blut; wenn ich aber das geschlagene Blut mit Kohlensäure geschüttelt hatte, wodurch es noch viel schwärzer wird, als gewöhnliches Venenblut, so ging der Scheintod in wirklichen Tod über, wahrscheinlich weil die Blutbläschen nun in den Lungen nicht mehr arteriell werden konnten. Dieffenbach sagt, auch mit Wasser verdünnter Cruor wirke wie reines Blut. Hier muß ein Irrthum zum Grunde liegen, denn da das Wasser den Farbestoff der Bläschen auflöst, und

die zarten Hüllen dadurch zerstört werden, so geht dieß Gemenge in eine rein chemische Solution über, die an der Luft nicht mehr geröthet wird, und wahrscheinlich auch in den Lungen nicht, und ich habe auch in einem deßhalb angestellten Versuche durch in Wasser gelöst'en Farbstoff keine belebende Wirkung finden können.

Das in größerer Menge in die Adern eines gesunden Thiers gespritzte Wasser scheint ebenfalls durch Auflösung des Farbstoffs und Zerstörung der Bläschen zu wirken; daher nur in so geringer Menge die Infusion von Wasser vertragen wird, daß die Blutbläschen dadurch nicht zerstört werden.

Infusion.

§. 215.

Die in das Blut infundirten fremdartigen Flüssigkeiten wirken im Ganzen genommen ähnlich, als wenn sie vom Darmcanal der Haut oder von den Lungen aus durch das Blut resorbirt worden wären, und arzneiliche Stoffe äußern im Allgemeinen bei gleichen Dosen, die in das Blut kommen, keine andern Wirkungen, als sie im Körper hervorbringen, wenn man die größere Schnelligkeit abrechnet, mit der sie ins Blut kommen. So erregt Wein und Weingeist, wie der Erfinder der Infusion, v. Wahrendorff, schon wußte, Berauschung (Scheel Transfusion I. 33, 190, 211, II, 29), Opium erregt erst Aufregung des animalen Lebens, dann Betäubung (Dieffenbach, Transfusion S. 80), Brechweinstein und Zinkvitriol erregen Erbrechen, Canthariden, Entzündung der Harnwerkzeuge (Orfila, traité des poisons I, 38), essigsaures Blei hemmt die Darmabsonderung, salzsaures Queckſilber erregt Speichelfluß (Magendie, Journ. de phys. I, 182, 284), Milch und Wasser in mäßigen Quantitäten löschen den Durst. Die Gasarten, über deren Wirkungen wir die reichen Versuche von Nysten besitzen (Recherch. de physiol. et pathol. chimiques,. Paris 1811), zeigen qualitativ in geringen Mengen ein ähnliches Verhalten. Schwefelwasserstoffgas wirkt nährend, Sauerstoffgas röthet das Blut, so daß die Injection von geringen Mengen Sauerstoff oder atmosphärischer Luft keineswegs tödtlich ist. Allein da die Gasarten nicht vom Blut absorbirt werden, so erregen sie, in größerer Menge eingespritzt, sämmtlich mechanische Störungen der Blutbewegung durch das

Herz und durch die Lungen, indem durch die mechanische Agitation der Luft beim Durchgange durch die Lungen Respirationsbeschwerden eintreten, wobei die Blutbewegung in den Lungen stockt, und sich eine schaumige Secretion bildet, die den Athemzug zu hemmen scheint, so daß die Thiere sticken. Nach Einspritzung von 60 Cubikcentimeter Sauerstoffgas fand Nysten auch schäumendes hellrothes Blut im rechten Herzen, aber schwarzes Blut im linken.

Aus dem Zusammenhang aller jener Erscheinungen geht genügend hervor, daß das Plasma und die Blutbläschen eine verschiedene Wirkung auf die Organe haben, indem die Wirkung des Plasma mehr dem Bildungsprocesse, die Wirkung der Blutbläschen mehr dem Erregungsproceß angehört, so daß sich die Lebensäußerung des Plasma mehr auf das vegetative, die Lebensäußerung der Blutbläschen mehr auf das animale Leben richtet.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Augsburg: Gedruckt in der J. G. Cotta'schen Verlagsbuchdruckerei.

Druckfehler.

Seite	41	Zeile	3	statt Beobachtungen lese man: Beobachtung.
—	60	—	5	— daß sie Reihen l. m.: daß sie aus Reihen.
—	65	—	14	— heben l. m.: haben.
—	129	—	5	v. u. st. continetur l. m.: contineatur.
—	143	—	10	st. elastischer l. m.: plastischer.
—	178	—	4	v. u. st. Münchner Arch. l. m.: Meckels Archiv.
—	184	—	4	st. N. vadianus l. m.: N. Vidianus.
—	194	—	11	— vor l. m.: von.
—	202	—	10	— Phora l. m.: Phoca.
—	202	—	11	— Turo l. m. Furo.
—	205	—	5	— terminalis l. m.: terminales.
—	208	—	4	v. u. Leber, der l. m.: Leber. Der
—	224	—	25	st. zu erhalten l. m.: sich zu erhalten.
—	245	—	15	— abgeschlossene l. m.: abgeschlossen.
—	268	—	25	— mit l. m.: in.
—	279	—	12	— Nervensystem l. m.: Venensystem.
—	322	—	11	— Milch l. m.: Milz.
—	327	—	1	1 an die l. m.: an der.
—	327	—	1	u. 2 st. dieser l. m.: diese.
—	344	—	29	st. anhielt l. m.: erhielt.
—	345	—	16	— Warmbronn l. m.: Warmbrunn.

Folgende Namen sind fehlerhaft gedruckt: Seite 83, 87, 91, 125, 162 Tackerah st. Tackrah. S. 110 Juviue st. Jurine. S. 111 Erman st. Ermann. Schröck st. Schröckh. S. 113 Cranford st. Crawford. S. 162 Soutteiran st. Soubeiran. S. 168 Ruisch st. Ruysch. S. 202 Sobatier st. Sabatier. S. 203 Vicq d'Azys st. Vicq d'Azyr. S. 204 Duyes st. Duges. S. 205 Strauß, Dürkheim st. Straaß-Dürkheim. S. 273 Abercromby st. Abercrombie. S. 307 Steinbach st. Steinbuch. S. 314 Piarry st. Piorry.

Tab. I.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

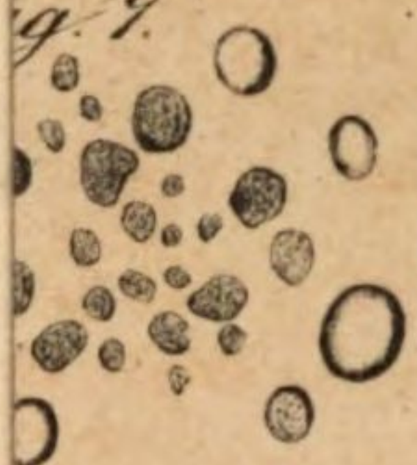


Fig. 8.

Fig. 10.

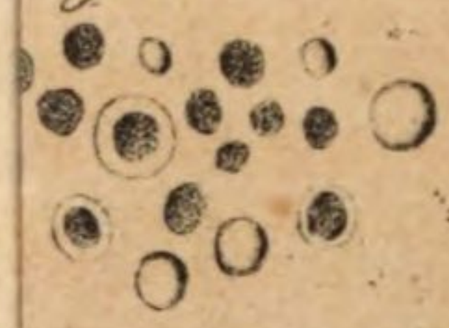


Fig. 11.

Fig. 13.

Fig. 14.

dr. Fig. 7_8. Chylusequi. Fig. 9. Plasma
nniculi. Fig. 13. Sang. Cuniculi.
ang bovis.

Tab. I.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 8.

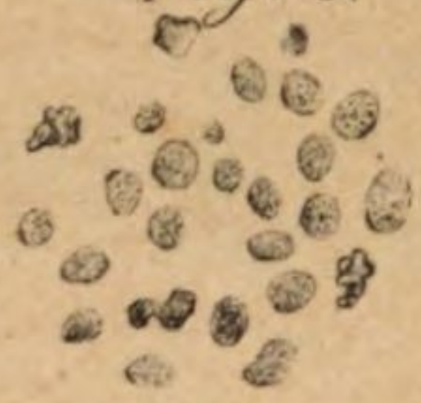


Fig. 10.

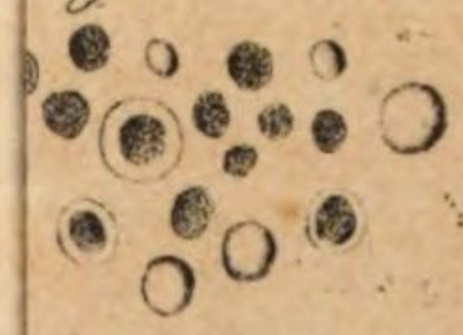


Fig. 11.

Fig. 13.

Fig. 14.

dr. Fig. 7_8. Chylusequi. Fig. 9. Plasma
nniculi. Fig. 13. Sang. Cuniculi.
ang bovis.

Tab. II.

Fig. 3.

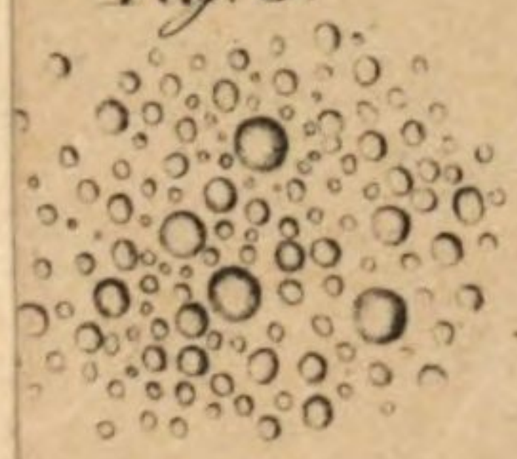


Fig. 4.

a

b

Fig. 6.

b

a

a

c

8.

Fig. 7.

Fig. 10.

Fig. 11.

ig. 3. Lac vaccin. Fig. 4–9 Zoo-
ig. 10. Sang Ostreae edulis.
Caladin. vivip. adult. F. 13. Idem in embrjone

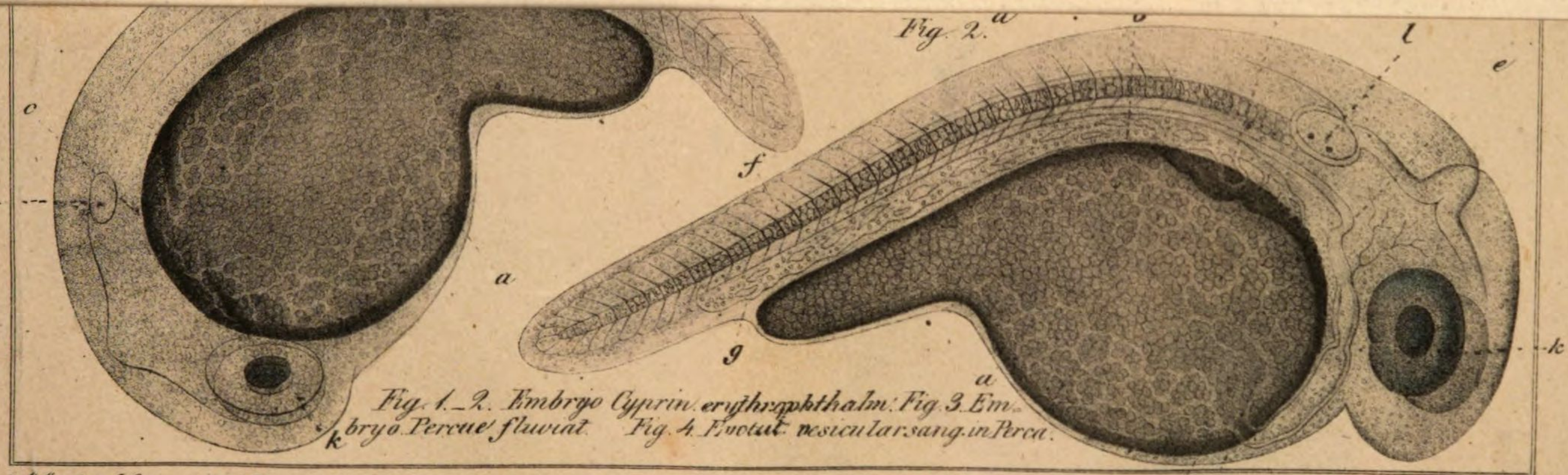
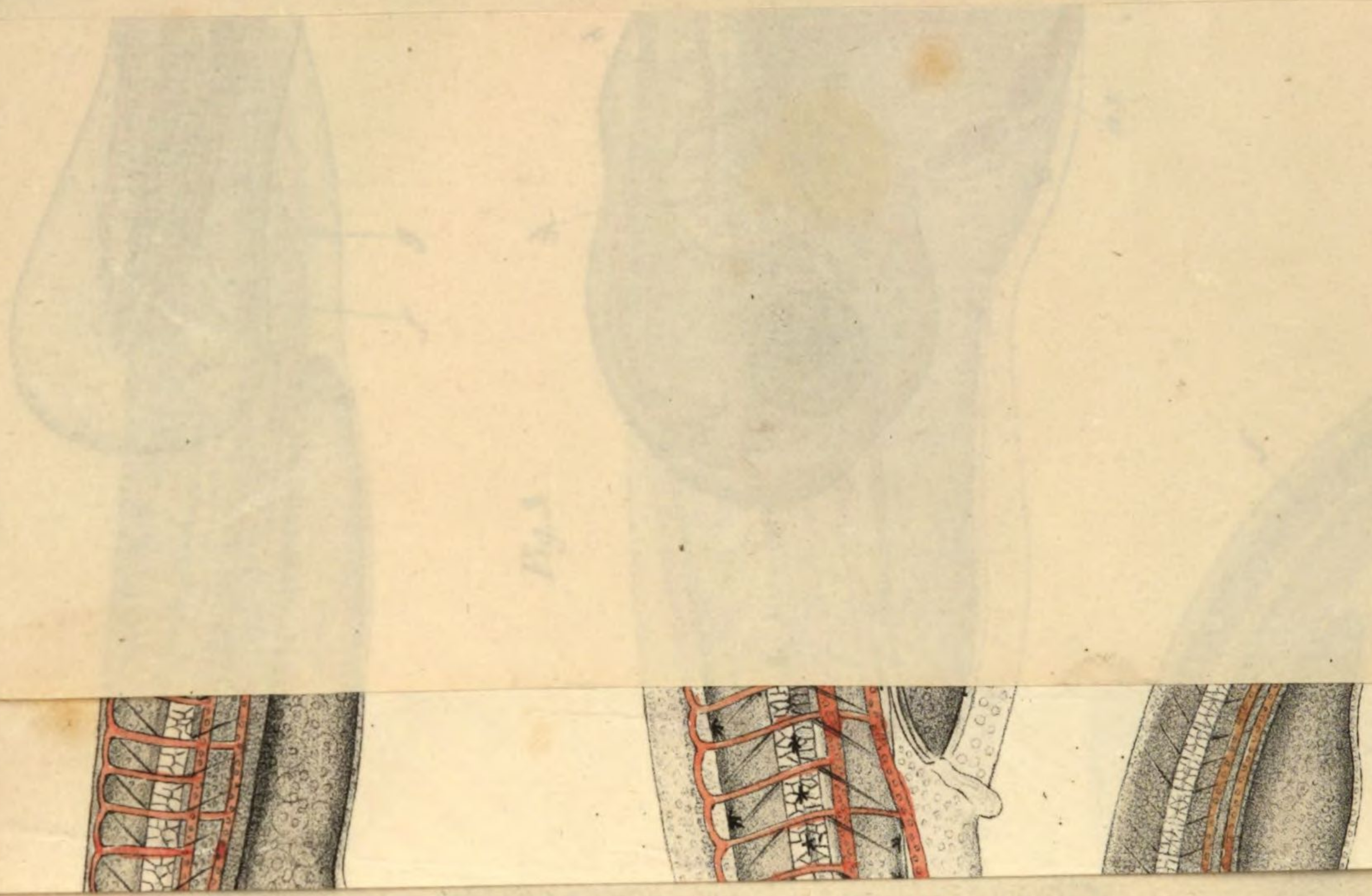
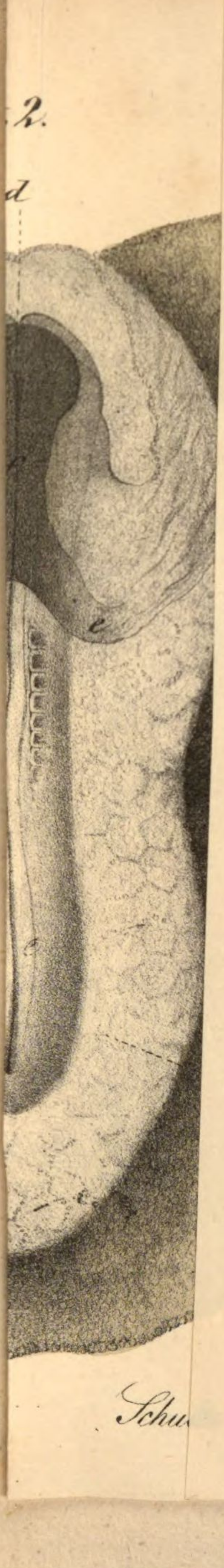


Fig. 1.–2. Embryo Cyprin. erythrophthalm. Fig. 3. Embryo Percae fluviat. Fig. 4. Evolut. vesicular. sang. in Perca.

Schultz System der Circulation

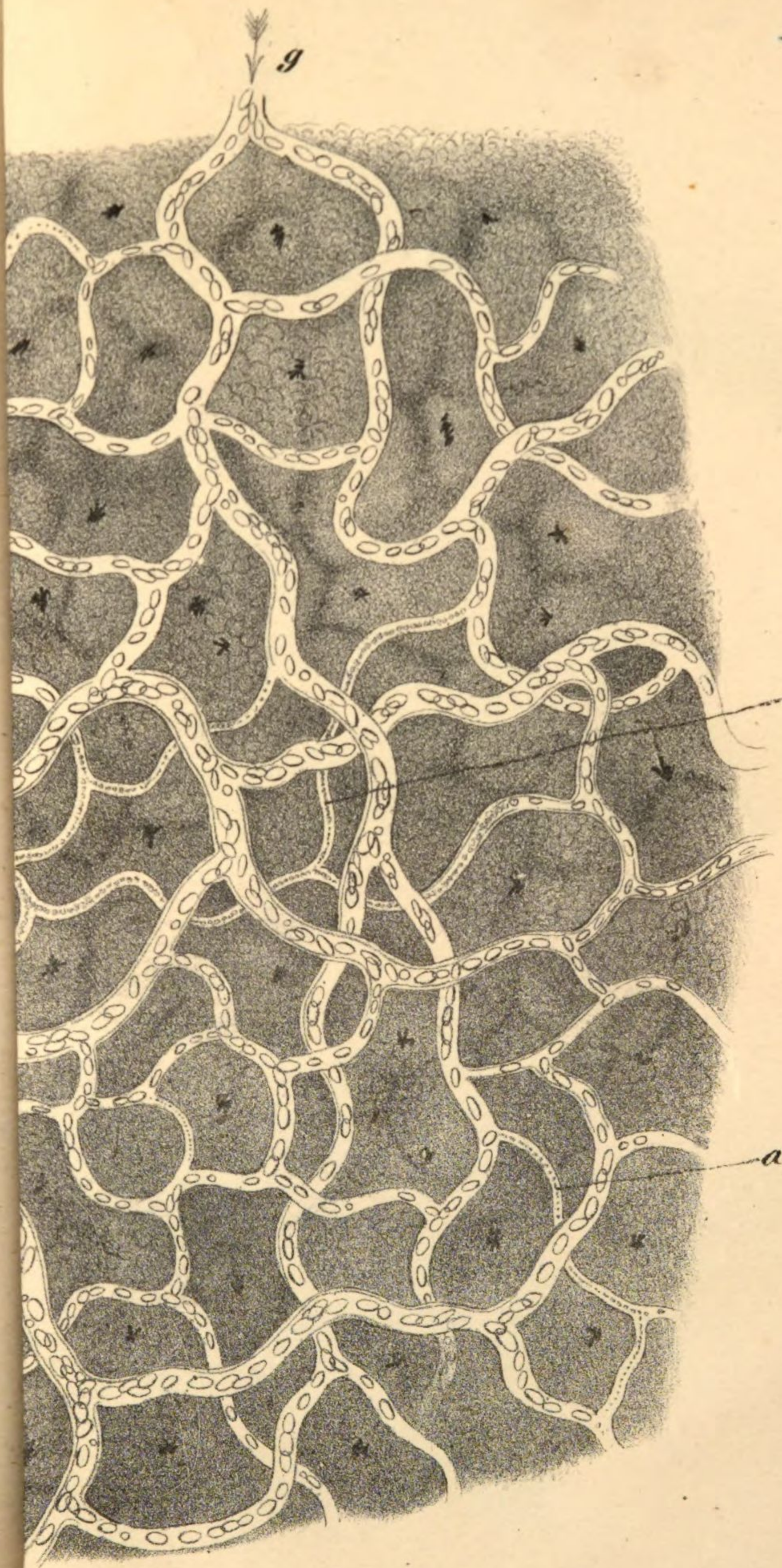
a.t. t.7.





Schu

Tab II



Schultz System der Circulation

1 Tuch Leckfahne. Probesegel durch 6 Wochen dem Einfluß

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schultz-Schultzenstein, Karl Heinrich,

Das System der Circulation, in seiner Entwicklung durch die Thierreiche und im Menschen Mit 7 illum. Tafeln

Stuttgart 1836

Anat. 389 o
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369399-7